Серія диссертацій, защищавшихся въ Императорской Военно-Медицинской Академіи въ 1887/88 учебн. году.

№ 6.

УСВОЕНІЕ КРАХМАЛОВЪ

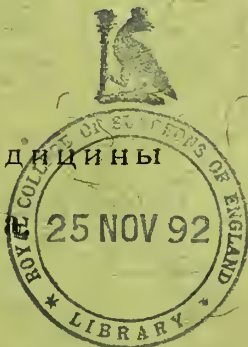
ПРИ РАЗЛИЧНЫХЪ УСЛОВІЯХЪ КУХОННОЙ ОБРАБОТКИ ИХЪ.

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ДІЭТЕТИКИ.

ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

Николая Бутягина.



Цензорами диссертаціи по порученію Конференціи были Профессоры:
А. П. Доброславинъ, В. А. Манассеинъ и А. П. Діанинъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Листка Объявленій Р. Лаференцъ, Литейная 38.
1887.

Серія диссертацій, защищавшихся въ Императорской Военно-Медицинской Академіи въ 1887/88 учебн. году.

№ 6.

УСВОЕНІЕ КРАХМАЛОВЪ

ПРИ РАЗЛИЧНЫХЪ УСЛОВІЯХЪ КУХОННОЙ ОБРАБОТКИ ИХЪ.

МАТЕРІАЛЫ ДЛЯ ДІЭТЕТИКИ.

ДИССЕРТАЦІЯ

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

Николая Бутягина.



Цензорами диссертаціи по порученію Конференціи были Профессоры:

А. П. Доброславинъ, В. А. Манассеинъ и **А. П. Діанинъ.**

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Листка Объявленій Р. Лаференцъ, Литейная 33.

1887.

Докторскую диссертацію лекаря **Бутягина** подъ заглавіемъ «Усвоеніе крахмаловъ при различныхъ условіяхъ кухонной обработки ихъ» печатать разрѣшается съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи оной было представлено въ Конференцію Императорской Военно-Медицинской Академіи 500 экземпляровъ ея.

С.-Петербургъ, декабря 7 дня, 1887 г.

Ученый Секретарь: В. Пашутинъ.

Врачи должны быть столько же свѣдущи во всемъ, что относится до кухни и погреба, какъ и во всемъ, касающемся аптеки.

Т. Бильротъ. Общая хирургическая патологія и терапія. Лекція 8.

Съ незапамятныхъ временъ человѣчество употребляетъ въ пищу различные зерновые плоды, всегда весьма богатые содержаніемъ крахмала и иногда значительнымъ количествомъ бѣлка: таковы плоды хлѣбныхъ и стручковыхъ растеній. Воздѣлываніе человѣкомъ этихъ растеній для своего питанія съ одной стороны послужило переходомъ отъ чисто животной пищи кочующихъ народовъ, добываемой помощію охоты и рыболовства, къ пищѣ смѣшанной и растительной; съ другой прикрѣпило его къ мѣсту, оставило ему больше досуга для другихъ занятій и такимъ образомъ вліяло на развитіе цивилизаціи. Еще ранѣе, въ каменномъ періодѣ, люди научились давать форму мокрой глинѣ и закрѣплять ее на огнѣ, такъ что могли дѣлать горшки и варить себѣ пищу. [1]) Безъ сомнѣнія и въ позднѣйшее время эти обитатели варили себѣ не только животную, но и растительную пищу. Когда же хлѣбопашество прочно утвердилось и развилось на столько, что продукты его могли удовлетворять не только первымъ потребностямъ человѣка, но и служить для него источникомъ нѣкоторой роскоши и удовольствія, каждый народъ выучился приготовлять бродильные напитки изъ тѣхъ зеренъ, какія онъ нашелъ у себя въ наибольшемъ изобиліи. Это производство настолько древне, что у нѣкоторыхъ народовъ начало его сливается съ миѳологіей. Такъ [2]) древніе египт-

[1]) О древнѣйшихъ обитателяхъ Европы. Лекція Академика К. Бера. 1859 г.

[2]) Слѣдующія историческія замѣчанія заимствованы изъ диссертаціи Георгіевскаго: «Объ отношеніи кваса къ пиву и діэтетическомъ значеніи свободныхъ кислотъ въ этихъ напиткахъ». Спб. 1875 г. Первый же ихъ источникъ—сочиненіе S. Morewood: A philosophical and statistical history of the inventions and costums of ancient and modern nations in the manufacture and use inebriatig liquors. Dublin. 1838.

тяне изъ проросшаго ячменя и пшеницы приготовляли родъ пива и изобрѣтеніе его приписывали Озирису. Галлы пиво называли cerevisia (ceres-богиня хлѣба и vis-сила). Подъ этимъ названіемъ пиво извѣстно было римлянамъ. Древніе германцы тоже приготовляли пиво изъ пшеницы и ячменнаго солода. Перуанцы изъ маиса, жители Остъ-Индіи изъ риса, японцы тоже изъ риса, китайцы изъ ячменя съ незапамятныхъ временъ приготовляютъ себѣ напитки, соотвѣтствующіе пиву. Квасъ, приготовляемый изъ несоложеной ржи въ смѣси съ ржанымъ или ячменнымъ солодомъ, тоже съ древнихъ временъ составляетъ національный напитокъ русскихъ. Такъ продолжалось въ теченіи многихъ вѣковъ и тысячелѣтій. Эмпирически найденные факты передавались по преданію, но объясненія ихъ сущности, ихъ анализа не было. Послѣднее началось только сравнительно въ очень недавнее время, съ начала настоящаго столѣтія. Тѣмъ не менѣе въ органической химіи, вѣроятно, немного есть такихъ отдѣловъ, на изученіе которыхъ въ столь короткое время было бы употреблено столько труда, какъ это видимъ въ отношеніи къ крахмалу: Браунъ и Геронъ [1]) еще въ 1879 г. насчитывали въ химической литературѣ болѣе 400 работъ, имѣющихъ своимъ предметомъ изученіе физическихъ и химическихъ свойствъ крахмала. Уже это одно говоритъ не въ пользу легкости изученія предмета. А чтобы еще болѣе освѣтить трудность подобныхъ изслѣдованій, я укажу на современнаго химика Саломона, который, употребивъ около пяти лѣтъ на изученіе измѣненій крахмала подъ вліяніемъ кислотъ, говоритъ: «различные опыты, сдѣланные мною въ теченіи этого времени, давали результаты весьма разнообразные и очень часто противоположные всѣмъ моимъ разсчетамъ, до такой степени, что я нѣсколько разъ порывался оставить всю работу и посвятить свои силы задачамъ, рѣшеніе которыхъ казалось менѣе сомнительнымъ». [2]) И дѣйствительно, эта часть химіи и по настоящее время имѣетъ очень много не-

[1]) Brown und Heron, Liebig's Annalen, т. 199, стр. 165. 1879.

[2]) Salomon, Annales de Chimie et de Physique, Série 6, t. IV, p. 146. 1885.

достаточно разъясненнаго, темнаго и неизвѣстнаго. Такъ дѣло стоитъ не только въ теоретическомъ, но и въ практическомъ отношенiи, не только въ чистой химiи, но и въ приложенiи ея къ задачамъ физiологiи и дiэтетики.

Des féculents forment la base de l'alimentation humaine, сказалъ Кутаре[1]). Можетъ быть, это нѣсколько ультрировано. Но съ другой стороны, если принять во вниманiе все то количество крахмалистыхъ веществъ, какое въ чрезвычайно разнообразныхъ формахъ составляетъ или значительную или для многихъ народностей и сословiй почти исключительную часть пищи, то нельзя не согласиться, что приведенныя слова Кутаре очень близки къ истинѣ. Не смотря на такую важность и широкое употребленiе крахмалистыхъ веществъ въ пищу, ихъ сравнительное питательное достоинство опредѣлено далеко неполно. Правда, въ подробности извѣстенъ ихъ химическiй составъ, но перевариваемость и усвояемость изучена только для нѣкоторыхъ отдѣльныхъ представителей этого рода пищи. И въ этомъ отношенiи болѣе посчастливилось азотистымъ составнымъ частямъ ихъ, тогда какъ крахмалъ, составляющiй самый большой процентъ состава этихъ продуктовъ, почему-то игнорируется. Это несправедливо. Непереваренный крахмалъ въ кишечникѣ можетъ перейти въ бутировокислое броженiе, вызвать разстройство пищеваренiя и такимъ образомъ неблагопрiятно повлiять на усвоенiе даннаго вещества, азотистыхъ и безазотистыхъ его частей. Уже доказано, что различные виды крахмала значительно разнятся по дѣйствiю на нихъ различными ферментными жидкостями, т. е. представляютъ различную удобоваримость. Далѣе, есть указанiя и на то, что перевариваемость крахмала можетъ измѣняться отъ такого простаго и обыденнаго способа обработки его, какъ варенiе. Предварительная обработка пищи варенiемъ, ведущая свое начало изъ глубокой древности, еще и въ наши дни составляетъ дѣло традицiи, большею частiю находится подъ контролемъ вкуса и

---

[1]) Coutaret, Comptes rendus, t. LXX, p. 383. 1870.

привычки и не пользуется тѣмъ обширнымъ и раціональнымъ правомъ примѣненія съ цѣлями улучшенія питанія, какого она, вѣроятно, заслуживаетъ. Поэтому я принялъ предложеніе профессора А. П. Доброславина изслѣдовать, насколько предварительное вареніе нѣкоторыхъ видовъ крахмалистыхъ веществъ измѣняетъ ихъ перевариваемость.

Чтобы послужить цѣлямъ питанія животнаго организма, крахмалъ долженъ перейти въ сахаръ. Условія этого образованія для насъ особенно интересны. Поэтому въ дальнѣйшемъ изложеніи, кратко описавъ важнѣйшія физическія и химическія свойства крахмала, на сахарифицирующихъ процессахъ я остановлюсь подробнѣе.

Крахмалъ—одинъ изъ углеводовъ съ частичною формулою $C_6 H_{10} O_5$. Нѣкоторые думаютъ, что она значительно сложнѣе. Формула же строенія этого углевода еще неизвѣстна. Крахмалъ имѣетъ видъ порошка бѣлаго цвѣта. Отдѣльныя частицы его имѣютъ въ разныхъ сортахъ различную величину отъ 0,002 (перувіанскій шпинатъ, перуанская лебеда—Chenopodium Quinoa) до 0,185 миллиметра (нѣкоторыя породы картофеля); форма ихъ тоже различна: круглая, овальная и многогранная. Высушенный на воздухѣ крахмалъ содержитъ 10%—20% воды и выдѣляетъ ее только при температурѣ выше 100° (по Саломону 120°). По наиболѣе распространенному взгляду (Негели [1]) строеніе крахмальныхъ зеренъ концентрически-слоистое изъ двухъ веществъ: 1) собственно крахмала или гранулезы и 2) клѣтчатки или целлюлезы. Послѣдняя составляетъ очень малый процентъ (отъ 2 до 5%) относительно первой. По другому взгляду

---

[1]) Naegeli, Die Stärkekörner 1858 и Repert. f. Pharmacie 1864, т. XIII.— Литературныя указанія о крахмалѣ и его превращеніяхъ очень полно собраны и изложены въ диссертаціяхъ: Ленберга «Различіе между нѣкоторыми родами крахмала подъ вліяніемъ слюны». Спб. 1874 г. и Войтасевича «Ржаная мука, ея составъ, свойства и способы изслѣдованія». Спб. 1875 г. Изъ нихъ заимствовано мною помѣщенное ниже изложеніе ученія о дѣйствіи діастаза и кислотъ до 1870 года.

(Геренъ-Варри [1]), въ крахмалѣ нужно различать три вещества; 1) часть растворимая при растиранiи въ холодной водѣ (очень малое количество)—amidine, амилогенъ (Дельфсъ [2]), 2) часть растворимая въ горячей водѣ—amidine soluble, амилинъ (Iессенъ [3]) и 3) вовсе нерастворимая клѣтчатка—amidine tegumentaire. Въ горячей водѣ крахмальныя зерна отъ 25 до 30 разъ увеличиваются въ объемѣ, разбухаютъ: образуется клейстеръ, который при недостаточномъ количествѣ воды, если крахмала болѣе 4%, по остыванiи представляетъ студенистую, клейкую массу съ правымъ вращенiемъ 219°. При меньшемъ процентѣ крахмала клейстеръ жидокъ и по охлажденiи, а при очень маломъ—получается жидкость похожая на воду. Соединяясь съ iодомъ гранулеза окрашивается въ синiй цвѣтъ, который отъ нагрѣванiя (около 65°) исчезаетъ, а по охлажденiи вновь появляется; уничтожается также при обработкѣ эфиромъ, спиртомъ, отъ дѣйствiя свѣта и воздуха. Целлюлеза окрашивается iодомъ въ синiй цвѣтъ только въ присутствiи сѣрной кислоты или хлористаго цинка. Гранулеза скорѣе набухаетъ и растворяется въ водѣ, щелочахъ и кислотахъ, а целлюлеза скорѣе растворяется въ аммiачномъ растворѣ окиси мѣди. Воспользовавшись этимъ различiемъ, Вейссъ и Визнеръ [4]) раздѣлили эти двѣ составныя части крахмала. Растворимый крахмалъ также окрашивается iодомъ въ синiй цвѣтъ, осаждается спиртомъ, дубильною кислотою, уксусно-кислымъ свинцомъ, известковою и баритовою водою. Концентрированные растворы ѣдкихъ щелочей ($NaOH$, KOH) сначала растворяютъ крахмалъ, а потомъ разлагаютъ; уксусною кислотою изъ такого раствора можно осадить растворенный крахмалъ. Слабые щелочные растворы послѣ продолжительнаго дѣйствiя тоже растворяютъ крахмалъ. При нагрѣванiи съ ѣдкими щелочами крахмалъ разлагается на водородъ,

---

[1]) Guérin—Varry, Annales de Chim. et de Phys. t. LXVI.

[2]) Dellfs, Jahrbuch der Pharmacie, т. XIII, стр. 1.

[3]) Jessen, Poggendorff's Annalen, т. CVI, стр. 497.

[4]) Weiss und Wiessner, Botanische Zeitung, 1866. Техническая микроскопiя для врачей, Визнера. Спб. 1871 г.

муравьиную, уксусную, щавелевую и угольную кислоты. При окисленіи (азотною кислотою, перекисью марганца и сѣрною кислотою, марганцово-кислымъ кали и пр.) получаются различные продукты, какъ-то: пропіоновая, уксусная, муравьиная, щавелевая и угольная кислоты, фурфуролъ и вода; изъ нихъ послѣднія двѣ кислоты болѣе постоянны и всегда являются въ большемъ количествѣ (Біассонъ [1]). Крѣпкая сѣрная кислота растворяетъ крахмалъ и даетъ крахмально-сѣрную кислоту; съ крѣпкою азотною кислотою образуются нитраты.

Дѣйствіе на крахмалъ разведенныхъ кислотъ и діастаза, кажется, болѣе всего остановило на себѣ вниманіе ученыхъ. Въ 1811 году Киргофъ [2]) первый указалъ, что клейковина способна превращать крахмалъ въ сахаръ. Немного позже онъ же доказалъ образованіе сахара подъ вліяніемъ проросшихъ хлѣбныхъ зеренъ [3]) и при нагрѣваніи крахмала съ разведенною сѣрною, соляною и щавелевою кислотами [4]). Затѣмъ этимъ же предметомъ занимались Біо и Персо [5]), открывшіе, что при нагрѣваніи крахмала съ разведенною сѣрною кислотою прежде всего образуется вещество съ очень сильною способностію отклонять вправо плоскость поляризаціи, названное ими декстриномъ, и что только при дальнѣйшемъ дѣйствіи кислоты получается сахаръ съ меньшею способностію отклоненія. Пайэнъ показалъ, что декстринъ изомеренъ съ крахмаломъ и присоединеніемъ частицы воды переходитъ въ сахаръ. Онъ же вмѣстѣ съ Персо [6]) выдѣлилъ изъ солода его дѣйствующее начало и назвалъ діастазомъ. Геренъ-Варри [7]) болѣе подробно изслѣдовалъ дѣйствіе діастаза на крахмалъ и пришелъ къ слѣдующимъ заключеніямъ: діастазъ дѣйствуетъ только на крахмальный клейстеръ, всего энергичнѣе при температурѣ 60°—65° Ц.: клейстеръ

---

[1]) Byasson, Des Matières amylacées et sucrées, 1873; p. 19.
[2]) Kirchoff, Schweiger's Journal. XIV, стр. 389.
[3]) Journal de Pharmacie, II, 1814.
[4]) Gelen, Org. Chemie.
[5]) Biot et Persoz, Annal. de Chim. et de Phys., 2 série, t. 52.
[6]) Payen et Persoz, Annal. de Chim. et de Phys., 2 série, t. 52.
[7]) Guérin-Varry, Annal. de Chim. et de Phys., 2 série, t. 60.

растворяется, получаются декстринъ и сахаръ. Первый діастазомъ тоже легко превращается въ сахаръ, но накопленіе послѣдняго препятствуетъ этому процессу и только по удаленіи сахара спиртнымъ броженіемъ можно перевести весь декстринъ въ сахаръ. Бешанъ [1]) обратилъ вниманіе на то, что при дѣйствіи на крахмалъ сѣрной кислоты и діастаза прежде всего получается растворимый крахмалъ.

Въ 1860 году Мюскюлюсъ [2]) пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ: при $70^0—75^0$ діастазъ дѣйствуетъ на крахмалъ только до исчезновенія іодной реакціи; получаемый же при этомъ декстринъ не измѣняется діастазомъ и можетъ быть превращенъ въ сахаръ только дѣйствіемъ сѣрной кислоты; какъ во все время самаго дѣйствія діастаза, такъ и по окончаніи (по исчезновеніи іодной реакціи на крахмалъ) количества глюкозы и декстрина относятся между собою какъ 1 : 2; разведенная сѣрная кислота дѣйствуетъ какъ діастазъ, но увеличеніе количества сахара продолжается и по исчезновеніи іодной реакціи. Полное же превращеніе декстрина въ глюкозу совершается при кипяченіи съ однопроцентной сѣрной кислотой въ теченіи нѣсколькихъ часовъ и при температурѣ 108^0 Ц. На послѣднемъ свойствѣ значительно позже (въ 1872 г.) Пиллицъ [3]) основалъ свой способъ количественнаго опредѣленія крахмала посредствомъ кипяченія его въ запаянныхъ трубкахъ съ разведенною сѣрною кислотою (3 куб. сант. на 1 литръ воды) въ теченіи 7—8 часовъ при температурѣ $140^0—145^0$. Опубликованіе Мюскюлюсомъ результатовъ своихъ работъ вызвало новыя изслѣдованія Пайэна, Филиппа и Шварцера. Пайэнъ [4]), дѣйствуя діастазомъ прямо на растворъ декстрина, нашелъ, что $26,8^0/_0$ его превращаются въ сахаръ; а если послѣдній удалить изъ раствора, то сахарификація продолжается и далѣе. Дѣйствуя діастазомъ на клейстеръ

---

[1]) Bechamps, Annal. de Chim. et de Phys., 3 série, t. 48.

[2]) Musculus. Journal de Pharmacie et de Chimie, 3 série, t. 57. Chem. Centralbl. 1860. s. 603.

[3]) Pillitz, Zeitschrift f. analytische Chemie, XI, s. 57.

[4]) Comptes rendus, t. 53, p. 217. 1861.

онъ получилъ 52,7% глюкозы; при кипяченіи съ разведенной сѣрной кислотой до 83,6%, съ соляной кислотой до 85,55% глюкозы. Филиппъ [1]) дѣйствовалъ на крахмалъ сѣрной кислотой и пришелъ къ заключенію, что правильнѣе признать постепенный переходъ крахмала сначала въ декстринъ, а потомъ въ сахаръ. Шварцеръ [2]) нашелъ, что превращеніе крахмала зависитъ отъ количества діастаза и отъ температуры: чѣмъ больше перваго и чѣмъ выше послѣдняя, тѣмъ скорѣе и больше получается сахара; но температура не должна быть выше 60°—66° Ц. Если діастазъ предварительно нагрѣвать до 70°, то дѣйствіе его или уменьшается или вовсе уничтожается. При указанныхъ благопріятныхъ условіяхъ діастазъ, дѣйствуя на крахмалъ, даетъ 50—53% глюкозы; при температурѣ же 70° ея получается только 27%; но если здѣсь температуру понизить до 60° и прибавить къ этой уже не содержащей крахмала смѣси нѣкоторое количество новаго діастаза, то количество глюкозы можно довести до 53%. Этотъ опытъ ясно показываетъ дѣйствіе діастаза на декстринъ. Впослѣдствіи и самъ Мюскюлюсъ [3]) убѣдился, что отъ дѣйствія діастаза на крахмалъ при 70° получается только 26% глюкозы, а если сюда прибавить новое количество діастаза, то получится ея до 50%.

Здѣсь же слѣдуетъ упомянуть, что въ процессѣ дѣйствія діастаза на крахмалъ по реакціямъ съ іодомъ принимаютъ нѣсколько продуктовъ, то стойкихъ, то лишь переходныхъ отъ крахмала къ сахару: 1) растворимый крахмалъ, дающій съ іодомъ синее окрашиваніе; 2) декстринъ, дающій съ іодомъ красное окрашиваніе и потому названный эритродекстриномъ; 3) декстринъ, не дающій съ іодомъ никакого окрашиванія-ахроодекстринъ. Эти двѣ разновидности декстрина были открыты и названы такъ Брюкке [4]). О'Сюлливанъ и Сало-

[1]) Philipp, Zeitschrift f. analytische Chemie, Bd. VI, s. 471. 1867.
[2]) Schwarzer. Journal f. practische Chemie, Bd. 109. s. 212. 1870.
[3]) Musculus, Annal. de Chim, et de Phys.. 1874.
[4]) Brücke, Sitzungsberichte der k. Akad. zu Wien, Bd. 65, III, 1872.

монъ[1]) принимаютъ одинъ видъ декстрина, Бондонно[2])—два, Мюскюлюсъ и Груберъ[3])—три вида, различимые различнымъ вращеніемъ плоскости поляризаціи и редуцирующею способностію. Браунъ и Геронъ [4]) признаютъ возможнымъ существованіе девяти декстриновъ (2 эритродекстрина и 7 ахроодекстриновъ) съ тѣми же различіями вращенія плоскости поляризаціи и редуцирующей способности.

Всѣ чрезвычайно разнообразныя названія, дававшіяся различными авторами продуктамъ дѣйствія діастаза, можно соединить и раздѣлить на слѣдующія три группы [5]):

1) Растворимый крахмалъ (Бешанъ), Амидулинъ (Нассе), Амилогенъ (Бондонно).
2) Декстринъ, окрашивающійся іодомъ въ красный цвѣтъ; декстринъ (Нассе); декстринъ I (Грисмайеръ); эритродекстринъ (Брюкке); декстринъ α (Бондонно).
3) Декстринъ, не окрашивающійся іодомъ; декстриногенъ (Нассе); декстринъ II (Грисмайеръ); ахроодекстринъ (Брюкке); декстринъ β (Бондонно).

Вещество первой группы осаждается дубильною кислотою и алкоголемъ; продукты второй и третьей группъ не осаждаются дубильною кислотою, но осаждаются алкоголемъ.

До начала 70-хъ годовъ почти всѣми признавалось, что сахаръ, получающійся при дѣйствіи діастаза, есть именно правая глюкоза, декстроза, виноградный сахаръ. О'Сюлливанъ[6]) рядомъ трудовъ, опубликованныхъ 1872 по 1876 годъ, доказалъ, что при дѣйствіи діастаза на крахмальный клейстеръ образуется особое сахаристое вещество, обладающее мень-

---

[1]) Salomon, Annal. de Chim. et de Phys., Série VI, t. 4, p. 165.
[2]) Bondonneau, Comptes rendus, t. 81, p. 972, 1210. 1875.
[3]) Musculus und Gruber, Zeitschrift für physiologische Chemie, II, S. 177.
[4]) Brown und Heron, Liebig's Annalen, Bd. 199, S. 243.
[5]) Физіологія Германа, т. I, ч. 2, стр. 29.
[6]) Cornelius O'Sullivan, Journal of the Chemical Society, 2 Série, т. X, стр. 579; 3 Série, т. I, стр. 478; т. II, стр. 125.

шею редуцирующею способностію, равняющеюся только 66% такой способности винограднаго сахара (если принять редуцирующую способность этого новаго вещества равной 100). О'Сюлливанъ назвалъ этотъ продуктъ мальтозою. Впрочемъ, еще ранѣе въ 1819 г. открылъ ее Соссюръ, а въ 1847 г. Дюбренфо изучилъ и назвалъ тоже мальтозою; но это потомъ было забыто до работъ О'Сюлливана [1]). Затѣмъ изученіемъ мальтозы занимались: Браунъ и Геронъ [2]), Шульце [3]), Меркеръ [4]), Сокслетъ [5]), Мейсль [6]) и многіе другіе. Изъ ихъ работъ установлены слѣдующія главнѣйшія свойства мальтозы. Большинство химиковъ частичную формулу ея обозначаютъ такъ $C_{12} H_{22} O_{11}$. Но Рихтеръ [7]) говоритъ: кажется, правильнѣе было бы дать ей формулу $C_{18} H_{34} O_{17}$, состоящую изъ двухъ редуцирующихъ группъ $C_6 H_{12} O_6$ и одной не редуцирующей $C_6 H_{10} O_5$ ($= 2 C_6 H_{12} O_6 \cdot C_6 H_{10} O_5 + H_2 O$); это согласно съ ея редуцирующею способностію, составляющею $^2/_3$ таковой же способности декстрозы. Мальтоза растворяется въ водѣ и концентрированномъ алкоголѣ; растворы не чувствительны къ іоду. Редуцирующая способность ея видна изъ слѣдующаго сравненія: для обезцвѣчиванія 10 к. с. фелинговой жидкости нужно 0,050 грм. глюкозы, 0,0635 безводной лактозы и 0,075 мальтозы [8]). Уголъ вращенія плоскости поляризаціи для мальтозы = 150°. Превращеніе мальтозы въ декстрозу лучше всего происходитъ при трехчасовомъ кипяченіи ея съ 3%-тнымъ растворомъ сѣрной кислоты. Энергичнѣе дѣйствуетъ соляная кислота, однако употребленіе ея для этой цѣли не рекомендуется, потому что подъ ея вліяніемъ легче происходитъ разрушеніе винограднаго сахара. При самыхъ благопріятныхъ условіяхъ изъ

---

[1]) Salomon, Annal. de Chim. et de Phys., 6 Série, t. 4, p. 172.
[2]) Brown und Heron, l. c.
[3]) Schulze, Berichte d. d. Chem. Gesellsch.. Bd. II, S. 1047. 1874.
[4]) Märker, Jb. Bd. X, S. 2234.
[5]) Soxhlet, Journal f. praktische Chemie, 2 série, Bd. XXI.
[6]) Meissl, Jb. Bd. XXV.
[7]) Richter, Organische Chemie, 1880. S. 475.
[8]) Girard, Annal. de Chim. et de Phys., VI série, t. 5. p. 143.

100 частей кристаллической мальтозы получается 98,6 безводной декстрозы [1]). По окончаніи реакціи полнаго дѣйствія діастаза на крахмальный клейстеръ при 50^0—60^0 получается 80,9% мальтозы и 19,1% декстрина [2]).

Съ того времени, какъ было замѣчено ферментативное дѣйствіе слюны, существовало убѣжденіе, что дѣйствіе животнаго и растительнаго фермента одинаково. Кутаре [3]), напримѣръ, утверждалъ, что ни въ физическомъ, ни въ химическомъ, ни въ физіологическомъ отношеніи эти ферменты не различаются. Только въ 1877 году Нассе [4]) высказалъ мнѣніе, противорѣчившее ранѣе установившимся взглядамъ. Испытавъ дѣйствіе слюны на крахмальный клейстеръ, онъ нашелъ, что получаемое при этомъ вещество обладаетъ еще меньшею редуцирующею способностью сравнительно съ мальтозою, именно отвѣчаетъ 45—48% редуцирующей способности глюкозы. Поэтому Нассе открытому имъ веществу далъ особое названіе — птіалоза. Кипяченіемъ птіалозы съ сѣрной кислотой получается вещество съ удвоенною редуцирующею способностію (глюкоза). Подобно тому, какъ въ 60-хъ годахъ изслѣдованія Мюскюлюса, уничтожившія установившуюся догму, дали толчекъ къ многочисленнымъ изслѣдованіямъ въ вопросѣ о дѣйствіи на крахмалъ растительнаго діастаза и кислотъ,—послѣ этой работы Нассе появились многочисленныя работы другихъ изслѣдователей, имѣвшія своимъ предметомъ сравненіе дѣятельности растительнаго и животнаго ферментовъ. Но эти опыты не подтвердили результатовъ Нассе. Въ слѣдующемъ же году (1878) Мюскюлюсъ, Груберъ и Мерингъ [5]) при дѣйствіи на крахмалъ діастазомъ, слюною и вытяжкою поджелудочной же-

---

[1]) Meissl, Journal f. prakt. Chemie, Bd. XXV, S. 114.

[2]) Vierteljahresschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genussmittel. 1887. I, S. 63.

[3]) Coutaret, Chemisches Centralblatt, 1870. S. 181.

[4]) Archiv Pflüger's XIV, S. 473.

[5]) Musculus und Gruber, Zeitschrift f. physiolog. Chemie, II, S. 177. M. und Mering, ib. S. 403.

лѣзы всегда получали смѣсь изъ ахроодекстрина, мальтозы (ок. 70%) и малаго количества глюкозы (ок. 1%). Браунъ и Геронъ [1]) подтвердили результаты предыдущихъ изслѣдователей только по отношенію къ животному ферменту. Они утверждаютъ, что при дѣйствіи діастаза реакція не идетъ далѣе образованія мальтозы, тогда какъ подъ вліяніемъ сока поджелудочной желѣзы уже образовавшаяся мальтоза дальнѣйшею дѣятельностію фермента превращается, хотя медленно, въ декстрозу. Но сильнѣйшее превращеніе мальтозы въ глюкозу даетъ сокъ тонкихъ кишекъ, особенно той части ихъ, которая содержитъ Пейеровы желѣзы: послѣ 16 часовъ при 40° получилось полное превращеніе 3,107 грм. мальтозы, растворенной въ 100 к. с. воды. Филипъ [2]) тоже доказалъ, что мальтоза, образовавшаяся подъ вліяніемъ слюны, при дальнѣйшемъ дѣйствіи послѣдней переходитъ въ глюкозу. Желая разъяснить явившіяся противорѣчія, Мерингъ [3]) произвелъ рядъ новыхъ опытовъ, послѣ которыхъ пришелъ къ слѣдующимъ заключеніямъ: 1) подъ вліяніемъ слюны или діастаза изъ крахмала сначала (до 2-хъ часовъ) образуются декстринъ и мальтоза; 2) при дальнѣйшемъ же дѣйствіи (до 30—70 дней) ферментовъ на мальтозу появляется уже виноградный сахаръ; 3) ни гніеніе, ни броженіе не образуютъ глюкозы изъ мальтозы; 4) при дѣйствіи на крахмалъ слюны или діастаза, кромѣ мальтозы, получаются два декстрина; дѣйствіемъ фермента изъ одного вновь образуется мальтоза, а на другой ферментъ не дѣйствуетъ. Вытяжка поджелудочной желѣзы качественно дѣйствуетъ точно такъ же какъ и предыдущіе ферменты, только значительно сильнѣе ихъ, вслѣдствіе чего въ одинъ и тотъ же періодъ времени даетъ большее количество продуктовъ. Такимъ образомъ былъ установленъ фактъ, что при пищевареніи изъ крахмала образуется много мальтозы и мало виноград-

---

[1]) Brown und Heron, Liebig's Annalen, Bd. 204, S. 228. 1880.
[2]) Philips, Jahres-Bericht über die Fortschritte der Thier-Chemie, XI, S. 60.
[3]) Mering, Zeitschrift f. physiolog. Chemie, V, S. 185. 1881.

наго сахара. Далѣе нужно было разъяснить дальнѣйшую физіологическую судьбу мальтозы, усваивается ли она организмомъ неизмѣненною или же предварительно гдѣ-нибудь превращается въ виноградный сахаръ. Въ 1879 г. Биммерманъ[1]) нашелъ, что мальтоза впрыснутая въ яремную вену кролика частію переходитъ въ виноградный сахаръ, частію же выдѣляется неизмѣненною. Но кажется первые по количеству и точности опыты въ этомъ направленіи принадлежатъ Филипу (Philips, l. c.). Онъ старался отъ начала до конца прослѣдить судьбу крахмала введеннаго въ организмъ. Кормилъ животныхъ крахмалистою пищею, умерщвлялъ ихъ и, изслѣдуя затѣмъ содержимое пищеварительнаго тракта, находилъ въ кишкахъ значительное количество сахара, въ тонкихъ—мальтозу, въ толстыхъ—и мальтозу и глюкозу. Въ другомъ рядѣ опытовъ онъ вводилъ въ пищеварительные органы животныхъ мальтозу и затѣмъ изслѣдовалъ мочу. Можно было ввести значительныя количества мальтозы безъ всякихъ послѣдовательныхъ слѣдовъ сахара въ мочѣ, и только послѣ слишкомъ большихъ количествъ мальтозы въ мочѣ появлялась глюкоза. Но гдѣ это происходитъ? Здѣсь являются двѣ возможности: или превращеніе происходитъ еще въ кишкахъ, или же мальтоза, обладая значительною способностію диффундировать сквозь животныя перепонки, какъ и глюкоза, per se поступаетъ въ кровь и уже потомъ превращается. Филипъ впрыскивалъ мальтозу въ подключичну вену. Черезъ 24 часа съ мочею выдѣлилось 50—75% впрыснутой мальтозы; но кромѣ того, повидимому въ мочѣ были слѣды глюкозы. Чтобы получить результаты болѣе опредѣленные, Филипъ старался задержать мальтозу въ организмѣ на болѣе продолжительное время впрыскиваніемъ мальтозы въ воротную вену. Какъ и въ предыдущемъ случаѣ, черезъ сутки выдѣлилось въ мочѣ 40—60% мальтозы; относительно же перехода ея въ глюкозу результатъ былъ отрицательный. Такимъ образомъ ни кровь,

---

[1]) Bimmermann, Jahres-Bericht über die Fortschr. d. Thier-Chemie, XI, S. 51.

ни почки, ни печень не служили мѣстомъ превращенія мальтозы. Продолжая тѣже опыты, Филипъ впрыскивалъ мальтозу въ подкожную клѣтчатку: 22—30% ея выдѣлилось мочею (которая на этотъ разъ собиралась болѣе сутокъ) и небольшая часть перешла въ глюкозу. Поэтому онъ заключаетъ, что такое превращеніе мальтозы происходитъ или вслѣдствіе болѣе продолжительнаго задержанія ея въ организмѣ или отъ вліянія лимфатической системы и находящихся въ ней бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ, съ которыми мальтоза неминуемо приходитъ въ соприкосновеніе при подкожномъ введеніи ея въ организмъ. Для разъясненія же исключительнаго вліянія пищеварительнаго тракта въ этомъ дѣлѣ, Филипъ у живаго животнаго отдѣлялъ кишечную петлю, накладывалъ на нее двѣ лигатуры, впрыскивалъ внутрь ея мальтозу и вкладывалъ обратно въ полость живота на 4—8 часовъ, по истеченіи которыхъ животное умерщвлялось. Проанализировавъ послѣ каждаго опыта содержимое кишечной петли и испытавъ такимъ образомъ различные отдѣлы кишечника, Филипъ нашелъ, что jejunum и pocessus vermicularis, а частію и ileum обладаютъ способностію превращать мальтозу въ глюкозу. Изслѣдованіе крови воротной вены животныхъ, послѣ обильнаго кормленія ихъ крахмаломъ, не открыло присутствія въ ней мальтозы. Такъ какъ изъ предыдущихъ опытовъ было извѣстно, что въ кишечномъ каналѣ не происходитъ полное превращеніе мальтозы и не смотря на то въ воротной венѣ ея нѣтъ, то Филипъ и заключаетъ, что сама всасывающая поверхность слизистой оболочки кишекъ имѣетъ значеніе для превращенія мальтозы въ глюкозу.

Въ 1884 г. вопросомъ объ усвоеніи мальтозы занимались физіологи Дастръ и Буркело[1]). Они поставили себѣ цѣлію рѣшеніе вопросовъ: лишена ли способности мальтоза вступать въ питательный обмѣнъ, подобно другимъ сахарозамъ, къ которымъ она и сама принадлежитъ? или напротивъ, она

---

[1]) Dastre et Bourquelot, Comptes rendus, t. 98, p. 1604.

ассимилируется подобно глюкозѣ? Они впрыскивали разжиженный растворъ мальтозы собакамъ въ vv. tibialis et jungularis и въ aa. carotis et crucalis; а кроликамъ въ подкожную клѣтчатку. Медленнымъ впрыскиваніемъ (напр. впрыскиваніе 20 к. с. раствора, содержавшаго 4 грм. мальтозы продолжалось не менѣе часа) они старались въ физіологическомъ опытѣ симулировать актъ естественнаго кишечнаго всасыванія. Опыты были троякаго рода: 1) впрыскивалась чистая мальтоза, 2) мальтоза съ глюкозою (въ равныхъ частяхъ) и 3) мальтоза съ тросниковымъ сахаромъ (равныя части). Изъ отдѣленій собирались слюна (сахара въ ней не найдено) и моча. Въ послѣднихъ двухъ серіяхъ опытовъ анализъ отдѣленій производился на обѣ составныя части впрыснутой смѣси. Въ результатѣ опытовъ оказалось, что количество усвоенной мальтозы въ однихъ опытахъ было значительно: 91,3%, 89% и 91,5% (эти опыты были сдѣланы съ примѣсью тросниковаго сахара), т. е. приблизительно равно количеству усвоенной въ тѣхъ же опытахъ чистой глюкозы: 90,3%; въ другихъ опытахъ хотя усвоилось и меньше, но все-таки процентъ усвоенія очень значительный: 79%, 80,8% и 82% (также съ примѣсью тросниковаго сахара), а въ двухъ случаяхъ 76% (чистая мальтоза). Количество же потребленнаго тросниковаго сахара колеблется отъ 4,7% до 70%. Всѣ полученныя варіаціи и несогласія въ своихъ опытахъ изслѣдователи объясняютъ нѣкоторыми особенностями опыта или животнаго, а также неблагопріятнымъ вліяніемъ употреблявшагося въ нѣкоторыхъ опытахъ впрыскиванія кураре и морфія (именно въ опытахъ, давшихъ 76% усвоенной мальтозы). Свое сообщеніе они заканчиваютъ слѣдующими словами: «И такъ, мальтоза, впрыснутая въ кровь, усваивается организмомъ: она прямо вступаетъ въ органическій обмѣнъ; ея потребленіе (усвоеніе) немного ниже усвоенія глюкозы. Съ точки зрѣнія ихъ утилизаціи элементами организма различные виды сахара могутъ быть поставлены въ слѣдующій рядъ, начиная съ наиболѣе упорныхъ: тросниковый сахаръ, лактоза, мальтоза и глюкоза».

Въ недавнее время (въ 1886 г.) Буркело[1]) опубликовалъ результаты болѣе подробныхъ и разностороннихъ опытовъ надъ мальтозою. Прежде всего, испытавъ дѣйствіе на мальтозу различныхъ кислотъ (соляной, молочной, угольной), онъ нашелъ, что если послѣднія дѣйствуютъ въ тѣхъ условіяхъ, какія существуютъ въ животномъ организмѣ, то мальтоза остается не измѣненною, оказывая значительно большее сопротивленіе этимъ агентамъ сравнительно съ тросниковымъ сахаромъ. Многіе растворимые ферменты: инвертинъ, діастазъ, слюна чистая, слюна въ присутствіи угольной кислоты и слюна съ инвертиномъ вовсе не дѣйствуютъ на мальтозу, хотя опыты длились отъ 12 до 24 часовъ. Панкреатическій сокъ $^1/_{10}$ часть мальтозы превратилъ въ глюкозу. Что касается кишечнаго сока, онъ нашелъ, что 1) тонкія кишки, особенно средняя часть ихъ, обладаютъ способностію превращать мальтозу въ глюкозу (иногда до 70—81% въ опытахъ, продолжавшихся 44 часа); 2) это превращеніе не зависитъ отъ самой стѣнки кишекъ, но отъ продуцируемаго ею растворимаго фермента. Но такъ какъ въ послѣднихъ опытахъ въ пищеварительной смѣси замѣчено было большое развитіе низшихъ организмовъ, то, чтобы устранить возраженіе противъ чистоты опыта и опредѣлить роль этихъ микроорганизмовъ въ превращеніи мальтозы, Буркело бралъ ихъ культуру и разводилъ ее на стерилизованномъ бульонѣ, содержавшемъ 1% мальтозы: черезъ 24 часа мальтоза осталась неизмѣненной, черезъ 48 часовъ количество ея немного уменьшилось, но глюкозы не было. Поэтому Буркело заключаетъ, что бактеріи здѣсь не играютъ никакой роли, а тонкія кишки сами производятъ ферментъ, превращающій мальтозу; и, наконецъ, доказываетъ, что, по всей вѣроятности, этотъ ферментъ есть тотъ же діастазъ. Принимая во вниманіе, что мальтоза медленно поддается вліянію ферментовъ и довольно быстро діализируетъ сквозь перепонки, можно допустить, говоритъ

---

[1]) Bourquelot, Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, t. XXII, p. 162.

Буркело, что она непосредственно всасывается и поступаетъ въ сосуды. Прямой опытъ—опредѣлить видъ и количество сахара въ крови, взятой отъ животнаго во время пищеваренія, не имѣлъ успѣха, не смотря на то, что крови было собрано до 5 литровъ. Оставался только непрямой путь впрыскиванія раствора мальтозы въ кровь, чтобы послѣдовательными изслѣдованіями выдѣленій рѣшить, ассимилируется мальтоза или, какъ тросниковый сахаръ, выдѣляется неизмѣненною въ мочѣ. Впрыскиванія сдѣланы въ обѣ aa. carotides и въ v. saphena. Неассимилированной мальтозы въ мочѣ найдено: 22,46%, 60,6% и 24,26%. Изъ этого Буркело заключаетъ, что часть мальтозы, полученной при пищевареніи, прямо переходитъ въ кровь; но не отрицаетъ и той возможности, что въ моментъ усвоенія въ крови она переходитъ въ глюкозу, которая по мѣрѣ образованія потребляется безъ остатка и въ мочу не переходитъ.

Въ послѣднее время (1887 г.) Зегенъ [1]) опубликовалъ новые опыты надъ превращеніемъ углеводовъ въ желудкѣ и кишкахъ животныхъ. Умертвивъ животное послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго кормленія крахмалистою пищею, онъ изслѣдовалъ содержавшіеся въ желудкѣ и кишкахъ углеводы. Такіе опыты привели его къ слѣдующимъ заключеніямъ: 1) послѣ крахмалистой пищи въ желудкѣ находится эритродекстринъ и только минимальные слѣды сахара; 2) въ тонкихъ кишкахъ—ахроодекстринъ и виноградный сахаръ; и ни въ одномъ случаѣ въ кишкахъ не было мальтозы, хотя пищеварительный актъ прерывался въ различные моменты; чѣмъ дольше продолжается пищевареніе, тѣмъ больше получается винограднаго сахара на счетъ уменьшенія количества декстрина; 3) послѣ самаго обильнаго кормленія различнаго рода крахмалистою пищею въ желудкѣ и кишкахъ всегда находилось относительно небольшое количество продуктовъ пищеваренія—декстрина и сахара, что объясняется одновременно совершающимся взасываніемъ ихъ; 4) результаты

---

[1]) Seegen, Archiv Pflüger's Bd. XL, s. 38—48.

изслѣдованія крови воротной вены были двояки: въ двухъ опытахъ получились близкія или идентичныя цифры количественнаго анализа на сахаръ до и послѣ инвертированія, испытуемой жидкости (0,156% и 0,210% до инвертированія, 0,148% и 0,210% послѣ инвертированія), въ одномъ же опытѣ была значительная разница въ пользу инвертированнаго сахара (0,102% до—и 0,130% послѣ инвертированія). Такъ какъ въ желудочно-кишечномъ каналѣ Зегенъ, кромѣ декстрина и винограднаго сахара, не находилъ никакихъ продуктовъ переваривания крахмала, то такое измѣненіе редуцирующей способности крови воротной вены онъ объясняетъ поступленіемъ въ кровь декстрина и послѣдовательнымъ переводомъ его въ виноградный сахаръ употреблявшимся имъ способомъ инвертированія (12-ти часовое кипяченіе съ сѣрною кислотою).

Изъ всѣхъ выводовъ Зегена самымъ интереснымъ представляется тотъ, что въ желудочно-кишечномъ каналѣ животнаго, питавшагося крахмалистой пищей, получается только виноградный сахаръ и декстринъ. Такимъ утвержденіемъ Зегенъ отрицаетъ всѣ выводы своихъ ближайшихъ предшественниковъ, работавшихъ надъ мальтозою, и возвращается къ прежнему ученію 60-хъ годовъ (Мюскюлюсъ, Пайэнъ, Филиппъ, Шварцеръ и др.)

Параллельно съ этими изслѣдованіями шло изученіе дѣйствія кислотъ на крахмалъ и привело къ новымъ открытіямъ. Въ 1876 г. Р. Саксе [1]) нашелъ, что трехчасовое кипяченіе крахмала (2,5—3 грм,) съ соляною кислотою (20 к. с. HCl. и 200 к. с. воды) на водяной банѣ даетъ полное превращеніе крахмала въ глюкозу и при томъ такъ, что 99 частей перваго даютъ 108 частей послѣдней или 990 на 1080. На этомъ основаніи, между прочимъ, онъ предложилъ измѣнить и самую частичную формулу крахмала: $C_{36}H_{62}O_{31}$ (крахмалъ, молекулярный вѣсъ его = 990) + $5H_2O = C_{36}H_{72}O_{36}$ (молекулярный вѣсъ = 1080) = $6C_6H_{12}O_6$ (глюкоза). Въ

---

[1]) R. Sachsse, Jahres-Bericht über die Fortschritte der Thier-Chemie. VII, s. 60.

1880 г. Аллинъ [1]), изучавшій дѣйствіе разведенной сѣрной кислоты на крахмалъ при различныхъ условіяхъ концентраціи кислоты (0,1—1,0%), температуры (100°—114°) и продолжительности опыта (1—16 часовъ), пришелъ къ заключенію, что превращеніе крахмала въ глюкозу тѣмъ быстрѣ и совершеннѣе, чѣмъ концентрированнѣе кислота, продолжительнѣе ея дѣйствіе и выше температура, при которой велся опытъ. Но даже при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ превращенію подвергается только 95% взятаго для опыта крахмала. Саломонъ [2]) не только подтверждаетъ заключенія Аллина, но и рѣшительно заявляетъ, что сахарификація крахмала дѣйствіемъ разведенной сѣрной кислоты совершенно непригодна для анализа. Что касается соляной кислоты, то онъ согласенъ съ Саксе въ томъ отношеніи, что разведенная соляная кислота даетъ полную сахарификацію крахмала. Но онъ отвергаетъ предложенную Саксе формулу крахмала ($C_{36}H_{62}O_{31}$) и признаетъ болѣе вѣрной слѣдующую реакцію: $C_6H_{10}O_5$ (молекулярный вѣсъ = 162) + H_2O = $C_6H_{12}O_6$ (молекулярный вѣсъ = 180), или на 90—100 частей крахмала 100—111,1 частей сахара. Послѣднее различіе результатовъ Саломонъ объясняетъ неточностію метода количественнаго опредѣленія сахара и неполнымъ высушиваніемъ крахмала (при 100—110°) въ опытахъ Саксе. Поэтому онъ, воспользовавшись указаніями Сокслета [3]) и Аллина (l. c.), опредѣлялъ количество сахара титрованіемъ фелинговою жидкостію и поляризаціей и кромѣ того доказалъ, что для полнаго удаленія воды изъ крахмала нужна температура не менѣе 120°. Существовавшее ранѣе мнѣніе, что при дѣйствіи на крахмалъ слабыми (разведенными) кислотами, какъ промежуточный продуктъ, получается мальтоза, Саломонъ отрицаетъ. Наконецъ, испытавъ сахарифицирующее дѣйствіе нѣкоторыхъ органическихъ кислотъ (щавелевой, виннокаменной и лимонной) онъ нашелъ, что онѣ дѣйствуютъ въ томъ же смыслѣ,

---

[1]) Felix Allihn, Journal f. praktische Chemie, Bd. XXII, s. 46.

[2]) Salomon, Annales de Chimie et de Physique, VI série, t. 4, p. 145. 1885.

[3]) Soxhlet, Journal f. praktische Chemie, 2 série, Bd. XXI, S. 227.

какъ и неорганическія, только значительно слабѣе. Въ послѣднее время Sydney Harvey [1]) указалъ, что методъ превращенія крахмала въ глюкозу помощію соляной кислоты даетъ слишкомъ низкіе результаты, потому что здѣсь неизбѣжно бываетъ частичное разрушеніе образующейся декстрозы.

Дѣйствіе жара на крахмалъ. Большинство изслѣдованій вліянія на крахмалъ возвышенной температуры сдѣлано надъ крахмаломъ въ соединеніи съ водою. Такая комбинація повидимому даетъ больше продуктовъ превращенія крахмала и имѣетъ большее практическое значеніе. Первые слѣды измѣненія крахмала дѣйствіемъ температуры въ присутствіи воды начинается далеко ниже точки кипѣнія послѣдней. Липпманъ [2]) взялъ 16 различныхъ сортовъ крахмала и нашелъ, что начало яснаго набуханія ихъ зеренъ и полное оклейстированіе происходятъ при различныхъ температурахъ. Наименьшей температуры изъ взятыхъ имъ сортовъ потребовалъ ржаной крахмалъ: 45,0° Ц. для набуханія и 55° для полнаго оклейстированія; наибольшею же стойкостію отличился крахмалъ желудевый: при 57,5° только набухалъ и при 87,5 вполнѣ оклейстировывался. Крахмальный клейстеръ при дальнѣйшемъ вареніи въ обыкновенныхъ условіяхъ (при 100°) не представляетъ ясныхъ измѣненій. Здѣсь отмѣчена только одна способность его переходить въ растворимое состояніе въ количествѣ пропорціональномъ времени варенія (Біассонъ, l. c.). Для дѣйствія еще высшею темтературою крахмалъ помѣщается въ запаянныя стеклянныя трубки. Нѣтъ недостатка и въ подобныхъ изслѣдованіяхъ. Еще въ 1840 г. Жакленъ [3]) занимался такими опытами. Вопервыхъ, онъ, постепенно повышая температуру на 10° между 100° и 200°, нашелъ, что, начиная съ 150°, крахмалъ превращается въ растворимый; смѣсь пріобрѣтаетъ кислую реакцію, становится на вкусъ сначала сладкою, а потомъ горькою, наконецъ

---

1) Vierteljahresschrift über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie der Nahrungs- und Genussmittel, 1887. Bd. II, S. 77.

2) Lippman, Journal für praktische Chemie, Bd. 83, S. 52.

3) Jacquelain, Annales de Chimie et de Physique, t. 73, p. 167. 1840.

при 190° обугливается, а при 200° трубка лопалась; отъ 170° и выше реакція съ іодомъ не давала никакого окрашиванія. Вовторыхъ, Жакленъ одной и тей же температурѣ (140°) подвергалъ крахмалъ (10 частей крахмала и 3 части воды) въ продолженіи $^1/_4$, $^1/_2$ и 1 часа и замѣтилъ, что пропорціонально времени варенія увеличивалась растворимость крахмала; и наконецъ при опытахъ съ различными количествами воды относительно крахмала Жакленъ нашелъ, что вода умѣряетъ разложеніе крахмала отъ нагрѣванія. Нѣсколько позже Машке [1]), изслѣдовавшій растворимый и нерастворимый крахмалъ, варилъ въ запаянныхъ стеклянныхъ трубкахъ при 150—200° 1 часть крахмала съ 2 и съ 30—40 частями воды. При этомъ онъ открылъ, что въ опытахъ съ большимъ содержаніемъ воды получилось и большее количество растворимаго крахмала. Кромѣ того въ тѣхъ и другихъ опытахъ получался еще и декстринъ. Впослѣдствіи многочисленными опытами многихъ изслѣдователей (Пайэнъ, Мичерлихъ, Гоппе-Зейлеръ и др.) былъ установленъ фактъ полученія декстрина изъ крахмала при 170°. Но въ 1878 г. Мункъ [2]) нашелъ, что даже при 140° не только образуется декстринъ, но и замѣтно бываетъ присутствіе винограднаго сахара. При 4—6 часовомъ вареніи клейстера при 140° или немного выше (145°) получается совершенно свѣтлая желто-окрашенная жидкость слабокислой реакціи, редуцирующая щелочный растворъ мѣди при умѣренномъ подогрѣваніи. Съ алкоголемъ она даетъ довольно обильный осадокъ, растворимый въ водѣ. Растворъ окрашивается іодомъ въ красный цвѣтъ, не редуцируетъ, но получаетъ эту способность только послѣ кипяченія съ сѣрною кислотою,—что ясно указываетъ на эритродекстринъ. Если изъ алкогольнаго фильтрата отогнать алкоголь и остатокъ растворить въ водѣ, то получается редуцирующая жидкость, которая, будучи смѣшана съ вымытыми пивными дрожжами, скоро переходитъ въ броженіе съ отдѣленіемъ угольной кис-

---

[1]) Maschke, Journal f. praktische Chemie, Bd. 61, S. 5.
[2]) Imm. Munk, Zeitschrift f. physiologische Chemie, Bd. I, S. 357.

лоты. Такимъ образомъ, продолжительнымъ кипяченіемъ клейстера при 140° получается кромѣ декстрина и виноградный сахаръ. Чѣмъ выше температура, тѣмъ меньше бываетъ осадка отъ алкоголя, такъ что многочасовымъ кипяченіемъ при 150—160° можно получить жидкость, которая послѣ прибавленія алкоголя даетъ едва замѣтную муть. Слѣдовательно, обработка водою при 160° въ состояніи дать полное превращеніе крахмала и декстрина въ виноградный сахаръ. Если кипяченіе продолжать и дальше, то, послѣ 5—6-тичасоваго кипяченія винограднаго сахара при 170—180°, получается темная жидкость кислой реакціи, содержащая частицы угля, но способность ея къ броженію не утрачивается. Послѣ кипяченія при 200° изъ откупоренной трубки выдѣляется угольная кислота, къ стѣнкамъ трубки пристаютъ обуглившіяся массы; жидкость желта, очень горька и кисла, еще редуцируетъ окислы металловъ, но уже не способна переходить въ броженіе. Неопредѣлено точно образующееся здѣсь вещество, способное редуцировать окись мѣди. Предполагаютъ, что это брентцкатехинъ. Также и Гоппе-Зейлеръ [1]) нашелъ, что если кипятить при 200° целлюлезу съ водою, крахмалъ, тросниковый и молочный сахаръ, то образуется большее или меньшее количество бренцкатехина, муравьиная и угольная кислоты. При 210° изъ крахмала получается особое вещество—пиродекстринъ (Жели [2]), губчатое темное вещество, не измѣняющееся на воздухѣ, легко растираемое въ порошокъ между пальцами и вполнѣ растворимое въ водѣ. Продолжая возвышать температуру въ закрытомъ сосудѣ, перегонкою получаютъ угольную кислоту и уксусную, многіе углеводороды, пригорѣлыя масла и въ остаткѣ легкій разсыпающійся уголь. При свободномъ доступѣ воздуха крахмалъ разбухаетъ, трескается, чернѣетъ и воспламеняется (Біассонъ 1 с.). Совершенно къ инымъ результатамъ пришелъ Сокслетъ [3]), тоже за-

---

[1]) Berichte d. deutsch. Chem Gesellsch. 1871. IV. s. 18. Med.-Chem. Unters. 1871. IV. s. 586.

[2]) Gelis, Annal. de Chimie et de Phys., 3 série, t. 52, p. 392.

[3]) Soxhlet, Jahres-Bericht über die Fortschritte der Thier-Chemie, XI, 86.

нимавшійся вопросомъ объ осахариваніи крахмала при высокой температурѣ и высокомъ давленіи. Онъ нашелъ, что при 149° сахара получается тѣмъ болѣе, чѣмъ меньше бываетъ воды въ реакціи. Отсюда онъ заключилъ, что въ продажномъ крахмалѣ должно быть какое-то вещество, обладающее способностію превращать крахмалъ въ сахаръ. Если бы это явленіе зависѣло только отъ воды, то съ прибавкою послѣдней, конечно, усиливался бы и сахарообразовательный процессъ. Но этого нѣтъ; напротивъ, отъ разжиженія водою реагирующее вещество ослабляется. Какъ на такое вещество, обладающее замѣченнымъ дѣйствіемъ на крахмалъ, Сокслетъ указалъ на свободную кислоту, именно—сѣрную или молочную. Титрованіе децинормальнымъ щелочнымъ растворомъ показало, что въ 100 грм. различныхъ продажныхъ сортовъ крахмала (картофельнаго и пшеничнаго) содержится отъ 0,06 до 0,4 грм. гидрата сѣрной кислоты. Въ подтвержденіе своего мнѣнія Сокслетъ приводитъ еще слѣдующіе опыты: взятые сорты крахмала при сказанныхъ условіяхъ (149° въ теченіи 5 часовъ) даютъ сильно разнящіяся количества сахара въ зависимости отъ того, была ли кислота предварительно нейтрализована натроннымъ щелокомъ или нѣтъ: въ первомъ случаѣ (послѣ нейтрализаціи) получилось только 0,6%, а во второмъ 34% крахмала, перешедшаго въ сахаръ. Эти 0,6%, по Сокслету, могли получиться или вслѣдствіе неполноты нейтрализаціи, или же отъ преформированнаго сахара, такъ какъ вытяжка холодною водою изъ продажнаго крахмала редуцируетъ фелингову жидкость.

Вѣроятно, отъ различнаго количества растворимаго крахмала, получаемаго послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго варенія при обыкновенныхъ условіяхъ, т. е. не выше 100° и въ открытыхъ сосудахъ, крахмалъ претерпѣваетъ особаго рода видоизмѣненіе, открытое Георгіевскимъ [1]). Послѣ того, какъ Левбергъ (l. c.) доказалъ, что не всѣ сорты крахмала при равныхъ условіяхъ даютъ одинаковое количество сахара подъ

---

[1]) Диссертація: Объ отношеніи кваса къ пиву и пр., стр. 58.

вліяніемъ слюны, такъ напр. рисовый крахмалъ даетъ сахара иногда вдвое менѣе картофельнаго,—Георгіевскій нашелъ, что если уваривать рисовый крахмалъ вдвое дольше картофельнаго, то при послѣдующемъ дѣйствіи слюны изъ обоихъ сортовъ можно получить почти одинаковыя количества сахара; слѣдовательно, «продолжительность нагрѣванія смѣси крахмала съ водою для образованія клейстера имѣетъ большое вліяніе на количество образующейся глюкозы подъ вліяніемъ слюны при прочихъ равныхъ условіяхъ. При 2% и 3% крахмала нагрѣваніе должно быть для одного и того же крахмала въ 2 раза продолжительнѣе, чѣмъ при 1%, чтобы получить близкія количества глюкозы».

Разные сорты крахмала представляютъ не только физическія различія своихъ зеренъ, выражающіяся въ ихъ различной величинѣ и формѣ и, вѣроятно, въ различномъ взаимномъ отношеніи между гранулезой и целлюлезой, существованіемъ или отсутствіемъ слоистости и мѣстоположеніемъ ядра и пр., но оказываютъ и болѣе глубокое и важное различіе въ реакціяхъ съ ферментными жидкостями. Въ 1874 г. Левбергъ (l. c.) доказалъ, что подъ вліяніемъ слюны картофельный, арорутовый, рисовый и пшеничный крахмалы при всѣхъ одинаковыхъ условіяхъ даютъ неодинаковыя количества сахара: «арорутовый и картофельный крахмалы требуютъ для произведенія извѣстнаго количества глюкозы менѣе времени и менѣе слюны, чѣмъ пшеничный и рисовый». Но если постепенно увеличивать и количество слюны и продолжительность ея дѣйствія, то увеличеніе сахара въ разныхъ сортахъ крахмала можетъ достигать различной максимальной величины, по достиженіи которой дальнѣйшее прибавленіе фермента и болѣе продолжительное его дѣйствіе уже не увеличиваетъ количества сахара: абсолютно большее количество сахара подъ вліяніемъ слюны даетъ пшеничный крахмалъ, затѣмъ арорутовый, картофельный и наконецъ наименьшее—рисовый. Георгіевскій [1] же нашелъ, что при всѣхъ прочихъ одинаковыхъ условіяхъ

[1] Диссертація стр. 68. Журналъ Здоровье, т. I, стр. 635. 1875 г.

картофельный крахмалъ даетъ сахару больше другихъ, затѣмъ слѣдуютъ маисовый, пшеничный и рисовый. Въ 1878 г. Солера [1]) разсмотрѣлъ отношеніе къ слюнѣ тѣхъ же сортовъ крахмала (пшеничнаго, маисоваго, рисоваго и картофельнаго). Изъ его опытовъ слѣдуетъ: 1) одинаковыя вѣсовыя количества различныхъ сортовъ крахмала подъ дѣйствіемъ слюны даютъ неодинаковыя количества сахара; 2) превращеніе крахмала въ сахаръ для одного сорта крахмала происходитъ значительно скорѣе, чѣмъ для другихъ; 3) между первоначальною скоростію и окончательнымъ изобиліемъ (абсолютное количество) продуцированнаго сахара не существуетъ опредѣленнаго отношенія. Маисовый крахмалъ соединяетъ съ относительно большею скоростью превращенія и абсолютно бо́льшую окончательную продукцію сахара. Пшеничный и рисовый крахмалы даютъ въ концѣ реакціи равныя абсолютныя количества сахара , но въ началѣ пшеничный крахмалъ превращается быстрѣе рисоваго. Наконецъ, картофельный крахмалъ не только быстрѣе всѣхъ предыдущихъ переходитъ въ сахаръ, но даетъ и самое большее абсолютное количество его. Такимъ образомъ, это изслѣдованіе подтвердило выводы Левберга и Георгіевскаго.

Излая химію пищеваренія, проф. Мали (Maly) спрашиваетъ: «что понимать подъ словомъ «переваримость»? Мы будемъ отвѣчать, продолжаетъ онъ, вмѣстѣ съ Леманномъ: всего проще можно охватить смыслъ этого слова, если подъ нимъ мы будемъ понимать ту легкость, съ которою пищеварительные соки подготовляютъ извѣстное вещество къ всасыванію, или ту краткость времени, по истеченіи которой данное вещесто подпадаетъ всасыванію, слѣдовательно исчезаетъ изъ желудка или изъ кишечнаго тракта вообще» [2]). Слѣдовательно, о степени перевариваемости какого-либо

---

[1]) Solera, Jahres—Bericht über die Fortschritte der Thier-Chemie, VIII, s. 237.

[2]) Физіологія Германа, т. V, ч. 2, стр. 142 и 143; русс. пер. 1886.

вещества мы можемъ судить по количеству способныхъ къ всасыванію продуктовъ, происшедшихъ въ опредѣленный промежутокъ времени воздѣйствія пищеварительныхъ соковъ на перевариваемое вещество. Если послѣднимъ объектомъ будетъ крахмалъ или содержащее его вещество, то дѣйствующими на него агентами будутъ въ актѣ пищеваренія главнымъ образомъ слюна и сокъ поджелудочной железы.

Разсматрѣвъ результаты работъ многочисленныхъ изслѣдователей въ теченіи послѣдняго двацатипятилѣтія по вопросу объ окончательныхъ продуктахъ переваривания крахмала, мы видимъ два отдѣльныхъ ученія; по одному здѣсь получается виноградный сахаръ или глюкоза, а по другому— мальтоза, одна или съ небольшою примѣсью винограднаго сахара. Количество этихъ продуктовъ увеличивается пропорціонально продолжительности дѣйствія ферментовъ и въ зависимости отъ нѣкоторыхъ особенностей крахмала, вслѣдствіе которыхъ одни сорты его при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ даютъ больше продуктовъ ферментаціи, чѣмъ другіе. Обобщая факты еще болѣе, мы можемъ выразиться такъ: продуктомъ дѣйствія на крахмалъ различныхъ діастатическихъ соковъ организма является вещество, обладающее способностію редуцировать фелингову жидкость и вращать плоскость поляризаціи. И дѣйствительно, всѣ изслѣдователи для количественнаго опредѣленія даннаго вещества пользовались опредѣленіемъ величины этихъ двухъ его способностей. Ясно, что пропорціонально продолжительности воздѣйствія фермента на крахмалъ увеличиваются количество и редуцирующая величина получаемаго продукта для всѣхъ теорій, т. е. будетъ ли это одна только глюкоза, одна мальтоза или смѣсь и той и другой. Приступивъ къ изученію дѣйствія нѣкоторыхъ пищеварительныхъ ферментовъ на избранныя крахмалистыя вещества, я съ одной стороны, въ виду трудности точнаго рѣшенія многолѣтняго спорнаго вопроса, не считалъ себя достаточно компетентнымъ для точнаго опредѣленія природы и свойствъ получаемаго вещества (глюкоза, мальтоза, или та и другая вмѣстѣ), а съ

другой стороны полагалъ, что такое точное опредѣленіе, важное въ теоретическомъ отношеніи, можетъ быть обойдено для цѣлей практическихъ—опредѣлить сравнительную величину продуктовъ перевариванія различныхъ веществъ при одинаковыхъ условіяхъ, если такая величина можетъ быть выражена количествомъ редуцируемой фелинговой жидкости: гдѣ успѣшнѣе перевариваніе, тамъ больше редуцирующаго вещества и наоборотъ. На этомъ основаніи въ настоящей работѣ окончательные продукты перевариванія крахмала я называю родовымъ для глюкозы и мальтозы названіемъ **сахара**, количество котораго, опредѣленное титрованіемъ фелинговою жидкостію, выражается въ числахъ, отвѣчающихъ редуцирующей способности глюкозы. Вслѣдствіе этого получаются величины истинныя въ томъ случаѣ, если справедливо, что въ продуктахъ перевариванія получается только глюкоза (по послѣднимъ изслѣдованіямъ Зегена) и на $^1/_3$ меньшія, если принять выходъ мальтозы, потому что редуцирующія способности глюкозы и мальтозы относятся между собою какъ 66 : 100. Но такъ какъ по мнѣнію большинства изслѣдователей въ результатѣ получается смѣсь мальтозы и глюкозы, то и полученныя мною числа не имѣютъ никакого абсолютнаго значенія, а только относительное или сравнительное для выраженія перевариваемости различныхъ крахмалистыхъ веществъ при одинаковыхъ условіяхъ варенія и перевариванія.

Чтобы судить о большей или меньшей легкости воздѣйствія слюны и сока поджелудочной желѣзы на крахмалистое вещество и при томъ въ предѣлахъ извѣстной краткости времени, не возможно пользоваться ни наблюденіемъ ежедневно совершающагося акта пищеваренія въ животномъ организмѣ, ни физіологическимъ опытомъ надъ послѣднимъ. Здѣсь, какъ въ большинствѣ другихъ вопросовъ, касающихся разъясненія отдѣльныхъ моментовъ общаго акта пищеваренія, приходится пользовать опытомъ искусственнаго пищеваренія. Получить чистую смѣшанную слюну нѣтъ никакой трудности. Таковая мною и собиралась отъ здороваго 32-хъ лѣтняго

мужчины, послѣ предварительнаго прополаскиванія рта. Для усиленія слюноотдѣленія жевалась мягкая резина. По мѣрѣ собиранія слюна фильтровалась; реакція ея всегда была нейтральною или слабощелочною. Что касается сока поджелудочной желѣзы, то ни получаемый изъ постоянной, ни изъ временной фистулы отъ животныхъ не могъ вполнѣ соотвѣтствовать моимъ цѣлямъ: въ томъ и другомъ случаѣ дѣйствіе его было бы далеко непостояннымъ и неодинаковымъ по своей силѣ, что неминуемо мѣшало бы сравненію параллельныхъ опытовъ. Въ качествѣ постояннаго реактива, обладающаго ферментативнымъ дѣйствіемъ на крахмалъ, необходимо было остановиться на глицериновой вытяжкѣ поджелудочной желѣзы. Способъ этотъ данъ фонъ-Виттихомъ[1]) въ 1869 г. и состоитъ въ слѣдующемъ. Поджелудочная желѣза очень тщательно очищается отъ жира механически и многократными наливаніями абсолютнымъ алкоголемъ и эфиромъ. Затѣмъ желѣза стирается съ глицериномъ въ чашкѣ. Отдѣленная глицериновая вытяжка обладаетъ сильнымъ діастатическимъ дѣйствіемъ на крахмалъ. Спиртомъ ферментъ можно выдѣлить изъ глицерина и употреблять его въ водномъ растворѣ. Послѣ того въ этомъ способѣ приготовленія сдѣланы были нѣкоторыя несущественныя измѣненія. Кистяковскій [2]) поступалъ такъ: свѣжая поджелудочная желѣза отъ только-что убитаго быка тщательно очищалась отъ соединительной ткани, жира, сосудовъ и крови, мелко изрѣзывалась и на 24 часа наливалась абсолютнымъ спиртомъ. Затѣмъ спиртъ сливался, слегка отвердѣвшая желѣза помѣщалась въ глицеринъ на 5—10 дней и болѣе при частомъ взбалтываніи. Глицериновая вытяжка отфильтровывалась сквозь бумагу. Изъ нея алкоголемъ осаждался, въ видѣ творожистой массы, ферментъ, который, будучи осушенъ фильтровальной бумагой, служилъ для приготовленія воднаго раствора. По Штуцеру[3]) свѣжая

---

[1]) Archiv Pflüger's, 1869. S. 196.
[2]) Archiv Pflüger's 1874. Bd. IX, S 445, 446.
[3]) Stutzer, Zeitschrift f. physiologische Chemie, 1885. S. 214.

поджелудочная железа, очищенная отъ жира, на 24 часа оставлялась на воздукѣ, потомъ мелко изрѣзывалась и наливалась глицериномъ. Черезъ 4—6 дней жидкость отжималась и фильтровалась. Далѣе глицериновая вытяжка разжижалась водою. На 400 граммъ желѣзы онъ бралъ литръ воды и литръ глицерина. Я употреблялъ глицериновую вытяжку, приготовленную по способу Кистяковскаго, какъ болѣе простому и близкому къ первоначальному способу Виттиха. По слитіи спирта желѣзистая масса на пропускной бумагѣ мною оставлялась открытою при комнатной температурѣ (18° R.) въ теченіи 12 часовъ при частомъ перемѣшиваніи. Въ это время большая часть спирта, остававшагося въ массѣ улетучивалась, но не весь, потому что запахъ спирта послѣ 12 часовъ былъ еще ощутимъ. Глицерину наливалось столько, чтобы онъ только немного покрылъ желѣзистую массу. По истеченіи 10 дней глицеринъ отфильтровывался сквозь двойной фильтръ при помощи насоса Ягно.

Желая избѣгнуть въ своихъ опытахъ примѣси глицерина, я пробовалъ приготовить ферментъ въ водномъ растворѣ. Но такой препаратъ фермента у меня не удался. Полученный изъ глицериновой вытяжки осадокъ отфильтровывался и на фильтрѣ промывался спиртомъ до полнаго удаленія глицерина. Затѣмъ скоро этотъ осадокъ высыхалъ въ видѣ буроватыхъ твердыхъ корочекъ, которыя легко измельчались въ порошокъ, но трудно растворялись въ водѣ, а водный растворъ очень быстро портился, т. е. загнивалъ и терялъ свою силу. Поэтому я предпочелъ употреблять чистую глицериновую вытяжку поджелудочной желѣзы, которая долго и хорошо сохраняется [1]) Отъ времени до времени сила дѣйствія ея повѣрялась на 25 к. с. четырехпроцентнаго арорутоваго клейстера. Въ продолженіи шести мѣсяцевъ вытяжка нисколько не уменьшилась въ силѣ своей дѣятельности.

---

[1]) Глицериновая вытяжка поджелудочной желѣзы, взятая мною на пробу изъ Спб. гигіенической лабораторіи питательныхъ веществъ, дѣйствовала слабо и при стояніи давала осадокъ.

Количество полученнаго при опытахъ сахара опредѣлялось титрованіемъ фелинговою жидкостію. Для приготовленія ея [1]) 34,639 грм. чистой, свѣже-выкристализованной и высушенной между фильтровальной бумагой сѣрнокислой мѣди растворялись въ 1 литрѣ воды; до такого же объема доводились и 480 к. с. ѣдкаго натра уд. в. 1,14. Соотвѣтственно этимъ двумъ растворамъ слѣдовало бы 173 грм. сегнетовой соли также растворить въ литрѣ воды. Но приготовленный въ такомъ большомъ количествѣ этотъ растворъ никогда не расходуется до конца, потому что въ немъ скоро развивается плѣсень. Поэтому я заготовлялъ растворъ сегнетовой соли въ соотвѣтствующемъ разведеніи не болѣе какъ на четыре дня. По мѣрѣ надобности пипеткою изъ трехъ отдѣльныхъ растворовъ отмѣривались и смѣшивались равныя количества; получалась фелингова жидкость въ три раза слабѣе нормальной. Поэтому при титрованіи вмѣсто 10 к. с. такой смѣси бралось 30 к. с., которые раскислялись 50 милиграммами сахара. Послѣдній переводился на крахмалъ по обычному разсчету: 50 частей сахара отвѣчаютъ 45 частямъ крахмала. Для повѣрки титра былъ приготовленъ чистый безводный виноградный сахаръ по Сокслету [2]). 500 куб. с. 90% алкоголя смѣшиваютъ съ 20 к. с. дымящейся соляной кислоты и нагрѣваютъ смѣсь въ водяной банѣ до 45° С. Въ смѣсь эту всыпаютъ 4—5 порціями 160 грм. истолченнаго въ порошокъ чистаго тростниковаго сахара. Послѣ двухчасоваго помѣшиванія при этихъ условіяхъ сахаръ растворяется и превращается въ инвертированный. Тогда жидкость снимаютъ съ водяной бани и оставляютъ стоять 6—8 дней до появленія кристалловъ сахара, послѣ чего жидкость взбалтываютъ сильно и часто. Въ моемъ приготовленіи кристаллы появились только черезъ двѣ недѣли. Черезъ 1—2 дня изъ пожелѣвшей жидкости выдѣляются въ большомъ количествѣ кристаллы (до 10 грм.), которые, собирая на фильтрѣ и отмывая отъ маточнаго щелока, можно

---

[1]) Руководство къ гигіеническимъ способамъ изслѣдованія, Флюгге, стр. 432.
[2]) Soxhlet, Journal für prakt. Chemie, Bd. XXI, s. 244—246. 1880.

получить чистыми. Чтобы получить кристаллы безводными, нужно ихъ перекристаллизовать изъ метильнаго спирта. Чистый метильный спиртъ получаютъ, смѣшивая чистѣйшій продажный съ $^1/_5$ частью воды, перегоняя смѣсь и сохраняя лишь первыхъ $^4/_5$ дестиллята съ уд. в 0,810 при 20^0. Изъ полученнаго такимъ образомъ сахара мною приготовлялся водный растворъ (0,2 сахара на 200 к. с. воды), каждый кубическій сантиметръ котораго содержалъ 1 мил. сахара.

Титрованіе производилось обычнымъ способомъ. Только для опредѣленія малыхъ количествъ сахара я употреблялъ способъ титрованія Клодъ-Бернара [1]) Въ небольшую колбочку вливалось 1 к. с. (3 к. с. употреблявшейся мною) фелинговой жидкости и 15—20 к. с. ѣдкаго кали или натра. Колба затыкалась каучуковою пробкою съ двумя отверстіями, изъ которыхъ черезъ одно проводился стеклянный наконечникъ Моровской бюретки, а чрезъ другое шла отводная изогнутая стеклянная трубка, оканчивавшаяся небольшою гуттаперчевою трубкою. Колба подогрѣвалась до кипѣнія содержавшейся въ ней щелочи. Тогда изъ бюретки по каплямъ прибавлялась испытуемая жидкость до тѣхъ поръ, пока постепенно свѣтлѣвшая жидкость въ колбѣ не получала слабосиневатаго цвѣта. Послѣ этого на гуттаперчевый конецъ отводной трубки накладывался жомъ, огонь изъ-подъ колбы удалялся. Осторожное прибавленіе испытуемой жидкости продолжалось до полнаго обезцвѣчиванія жидкости. При этомъ, благодаря избытку ѣдкой щелочи, не происходитъ осадка закиси мѣди, которая остается въ растворѣ и не даетъ жидкости никакой окраски. Малѣйшій избытокъ сахара по окончаніи реакціи возстановленія уже совершенно обезцвѣтившуюся жидкость окрашиваетъ желтымъ цвѣтомъ, вслѣдствіе разложенія сахара въ присутствіи горячей щелочи. Такимъ способомъ мною опредѣлялось количество сахара до 5 милиграммовъ, при меньшемъ же содержаніи количество его не опредѣлялось, а регистрировалось какъ присутствіе только слѣдовъ его и та-

---

[1]) **Пашутинъ, Лекціи Общей Паталогіи. 1878 г. стр, 125—127.**

кимъ образомъ опредѣленіе сахара сводилось только на качественную пробу.

Объектами своихъ изслѣдованій я избралъ слѣдующія вещества: 1) рисъ, крахмалъ котораго, по опытамъ Левберга, труднѣе другихъ сортовъ переваривается; 2) горохъ, какъ очень распространенный представитель стручковыхъ овощей, крахмалъ котораго тоже трудно переходитъ въ глюкозу; для опытовъ взятъ крупный сахарный горохъ; 3) пшено, крахмалъ котораго еще не изслѣдованъ съ этой стороны, и наконецъ 4) сдѣлано нѣсколько опытовъ съ гречихой, вслѣдствіе желанія сравнить этотъ распространенный продуктъ съ предыдущимъ, имѣющимъ съ нимъ одинаковое употребленіе; для опытовъ взятѣ среднiй сортъ гречневой крупы [1]).

До начала опытовъ рисъ и пшено нѣсколько разъ промывались водою и потомъ просушивались. Всякое же вещество, съ которымъ производились опыты, до начала послѣднихъ не менѣе двухъ недѣль лежало въ сухомъ мѣстѣ лабораторіи, чтобы во время самыхъ опытовъ не было усыханія и колебанія процентнаго содержанія воды и крахмала въ первыхъ и послѣднихъ опытахъ. Но кромѣ того въ теченіи времени опытовъ черезъ 1—2 дня производилось количественное опредѣленіе воды и крахмала въ изслѣдуемомъ веществѣ (Таблица № 2). Такихъ опытовъ сдѣлано по 10 для каждаго изъ первыхъ трехъ веществъ и по два для гречихи. Для послѣдней получились слѣдующія числа: процентъ воды 10,9 и 11,2, среднее = 11,05, процентъ крахмала въ обоихъ опредѣленіяхъ = 65,00. Каждый процентъ воды есть среднiй выводъ изъ потери въ вѣсѣ двухъ навѣсокъ, сушившихся въ сушильномъ шкафу при температурѣ 100—115^0 до постояннаго вѣса. Количественное же опредѣленіе крахмала вездѣ

---

[1]) Въ русской литературѣ имѣются изслѣдованія о всѣхъ этихъ веществахъ со стороны ихъ перевариваемости и питательности: **рисъ** изслѣдованъ Левбергомъ и Георгіевскимъ (l. c.), **горохъ**—Ворошиловымъ: «Изслѣдованіе о питательныхъ свойствахъ мяса и гороха», Дисс. 1871 г.; **пшено**—Курчениновымъ: «Матеріалы къ вопрэсу объ усвояемости азотъ—содержащихъ частей пщена», Дисс. 1887 г.; **гречиха**—Судаковымъ: «Изслѣдованіе о составѣ и питательныхъ свойствахъ гречихи», Дисс. 1879 г. Послѣднія три работы имѣли своимъ предметомъ исключительно только азотистыя составныя части гороха, пшена и гречихи.

сдѣлано по способу Фауленбаха, видоизмѣненному Густавсономъ [1]). Сущность его заключается въ слѣдующемъ: 500 грм. измолотаго ячменнаго солода обливаютъ въ колбѣ 350 к. с. воды и 700 грм. продажнаго концентрированнаго глицерина. При частомъ взбалтываніи смѣсь оставляютъ стоять 8 дней. Затѣмъ жидкость отфильтровываютъ черезъ бумажный фильтръ при помощи насоса Ягно. Получается глицериновая вытяжка діастаза ячменнаго солода. Отвѣшиваютъ 2 грм. изслѣдуемаго вещества, предварительно превращеннаго въ мелкій порошокъ, прибавляютъ около 100 к. с. воды и варятъ до образованія клейстера. По охлажденіи приливаютъ въ эту колбу 3 капли глицериновой вытяжки діастаза. Смѣсь держатъ 1 $^1/_2$ — 2 часа на водяной банѣ при температурѣ 50—60°, послѣ чего объемъ ея доводятъ до 500 к. с., отфильтровываютъ 250 к. с., прибавляютъ къ нимъ 25 к. с. соляной кислоты и держатъ на водяной банѣ при 100° въ теченіи 3 часовъ. Затѣмъ нейтрализуютъ жидкость ѣдкимъ натромъ, вновь доводятъ объемъ до 500 к. с. и титруютъ фелинговою жидкостью. Мною было сдѣлано только одно отступленіе отъ описаннаго хода анализа: при опытахъ съ горохомъ 3 капли глицериновой вытяжки діастаза оказались недостаточными для превращенія всего крахмала въ мальтозу, поэтому число капель пришлось увеличить до 6, послѣ чего іодная реакція уже не открывала крахмала въ смѣси.

Такъ какъ во всѣхъ опытахъ количественнаго опредѣленія воды и крахмала во взятыхъ веществахъ большихъ колебаній не получилось, то при дальнѣйшихъ разсчетахъ вездѣ принятъ за норму одинъ только средній процентъ крахмала каждаго вещества.

До начала опытовъ съ вареніемъ и перевариваніемъ всѣ четыре вещества были изслѣдованы на содержаніе въ нихъ сахара въ готовомъ видѣ, который при манипуляціяхъ анализовъ могъ перейти въ растворъ. Каждое вещество, превращенное въ очень мелкій порошокъ, отвѣшивалось въ ко-

---

[1]) Журналъ Русскаго Физико-Химическаго Общества, т. XVII, в. 3, стр. 72.

личествѣ 1—5 грм. и помѣщалось въ колбу, въ которую затѣмъ прибавлялось тройное количество воды, и при частомъ взбалтываніи смѣсь оставлялась на 3—4 часа; затѣмъ туда же приливалось въ 5—7 разъ большее количество (по объему) спирта (95%); смѣсь настаивалась и взбалтывалась въ теченіи часа, послѣ чего жидкость отфильтровывалась. Вновь приливалось столько же воды, потомъ спирта и т. д. повторялось тоже самое. Послѣ втораго отфильтрованія тѣже пріемы продѣлывались и въ третій разъ. Всѣ три фильтрата сливались вмѣстѣ, выпаривались до небольшаго остатка, который растворялся въ водѣ и титровался фелинговою жидкостью по способу Клодъ-Бернара. Такой анализъ риса далъ отрицательные результаты; для прочихъ же веществъ получились слѣдующія цифры:

Горохъ: 1,25%, 1,31%, 1,06%, 1,06%, 1,11%, среднее 1,16%
Пшено: 1,40%, 1,25%, 1,30%, 1,45%; въ среднемъ 1,35%
Гречиха: 1,16%, 1,25%, 1,20%; въ среднемъ 1,20%

Такъ какъ приготовленная изъ перечисленныхъ веществъ пища подвергается дѣйствію ферментовъ организма послѣ болѣе или менѣе полнаго измельченія ея жеваніемъ, между тѣмъ производить подобное же измельченіе уже сваренныхъ веществъ безъ значительной потери ихъ для меня было невозможно; то всѣ перечисленныя вещества, кромѣ гречихи, пропускались сквозь ручную кофейную мельницу и тѣмъ превращались въ очень крупный порошокъ, который потомъ уже и употреблялся для опытовъ. Въ частности относительно гороха такое предварительное измельченіе имѣло еще и другія удобства: для точнаго отвѣшиванія небольшихъ порцій и для устраненія зависимости успѣха опыта отъ возможности взять неразвариваемую горошину, которую всегда можно встрѣтить и въ горохѣ вообще хорошо развариваюемся; наконецъ безъ подобнаго размельченія невозможно было дѣлать опыты съ горохомъ сырымъ и недоварившимся. Шелуха съ горошинъ удалялась передъ ихъ размельченіемъ. Какъ показали сравнительные опыты продолжительнаго (не менѣе двухъ часовъ) варенія пробъ предварительно размельченныхъ и цѣльныхъ, это

измельченіе не имѣло вліянія на количество получавшагося при перевариваніи сахара.

Извѣстно, что каждое изъ взятыхъ мною веществъ приготовляется въ пищу двояко: или съ большимъ количествомъ воды, въ видѣ супа, или съ малымъ количествомъ воды—каша, пюре и т. п. Поэтому и отношеніе вещества къ водѣ въ моихъ опытахъ было двоякое: для жидкаго вида на 1 граммъ вещества бралось 25 к. с. воды, для густаго на 1 грм. — 2 к. с. воды, при чемъ послѣднее отношеніе давало въ варкѣ риса, пшена и гречихи хорошо сваренную кашу, съ хорошо разварившимися, но не слипавшимися въ одну компактную массу крупинками, въ случаѣ варки гороха получалось нормальное пюре.

Въ маленькія предварительно взвѣшенныя колбочки отвѣшивалось по 1 грамму изслѣдуемаго вещества и приливалось по 25 к. с. воды; къ такимъ же порціямъ по 1 грамму, всыпаннымъ въ большія тоже опредѣленнаго вѣса пробирки, прибавлялось по 2 к. с. воды. Какъ колбочки, такъ и пробирки вставлялись въ отверстія деревяннаго кружка и вмѣстѣ съ нимъ погружались въ соляную баню слабой концентраціи, имѣвшую во время кипѣнія температуру 102°—103°. По мѣрѣ испаренія и выкипанія воды изъ колбочекъ и пробирокъ, въ тѣ и другія во время варки добавлялась вода, въ первыя— каждыя полчаса по 5 к. с., въ послѣднія — каждыя 20 минутъ по 1 к. с. Такія добавленія были на столько цѣлесообразны, что по окончаніи варенія при повторномъ взвѣшиваніи колбочекъ большею частію оказывался недостатокъ не болѣе какъ въ 3 грм., а въ пробиркахъ разница съ первымъ взвѣшиваніемъ не превышала полуграмма въ сторону плюса или минуса. Недостававшій вѣсъ дополнялся водою.

Періоды варенія были подраздѣлены такъ: 1) періодъ нагрѣванія воды въ банѣ отъ комнатной температуры до точки кипѣнія (18°—102°), на что требовалось времени подогрѣванія газовыми горѣлками 30 — 40 минутъ; 2) вещество подвергалось варенію въ теченіи одного часа при точкѣ кипѣнія воды въ банѣ; 3) вареніе продолжалось два часа и 4) вареніе въ

теченіи 3-хъ часовъ. Кромѣ того для сравненія перевариваемости вареныхъ и сырыхъ веществъ опытамъ съ вареніемъ былъ предпосланъ рядъ параллельныхъ опытовъ безъ всякаго варенія—съ сырымъ веществомъ.

1) Въ первомъ періодѣ варенія, между крайними градусами его (18^0—102^0), каждое вещество проходило чрезъ свой градусъ оклейстированія, который, какъ указалъ Липпманъ (l. c.) для разныхъ сортовъ крахмала различенъ, но всегда ниже 100^0. Такъ какъ числа Липпмана даны для чистыхъ крахмаловъ, а не для цѣльныхъ крахмалистыхъ веществъ, то только часть крахмала послѣднихъ, преимущественно очень мелкія частицы и наружная часть крупныхъ, оклейстировывается въ банѣ доведенной до 102^0. Крахмалъ же центральныхъ частей зеренъ и крупъ остается совершенно неизмѣненнымъ. Поэтому вещество послѣ такого періода варенія можно назвать полусырымъ, недовареннымъ. Это одинаково относится какъ ко всѣмъ взятымъ мною крупамъ, такъ и къ крупно размолотому гороху. Что же касается цѣльнаго гороха, то онъ за этотъ періодъ очень мало измѣняется, остается цѣльнымъ, только скорлупа его немного морщится.

2) Послѣ часоваго варенія рисъ сильно набухаетъ, но зерна цѣлы и сохраняютъ свою форму. Пшено и гречиха развариваются; большинство крупинокъ потеряло свою форму. Въ гречневой кашѣ крупа еще бѣла и недостаточно набухла, каша не «упрѣла». Горохъ немного разбухаетъ, скорлупа на немъ лопается, можно сказать горохъ сварилсл; но ни цѣльный, ни предварительно размельченный еще не разварился.

3) Два часа варенія. Многія зерна риса, пшена и гречихи распались и плаваютъ въ видѣ хлопьевъ; жидкость имѣетъ видъ клейстера. Крупа въ гречневой кашѣ сильнѣе набухла и слегка покраснѣла. Съ большинства цѣльныхъ горошинъ скорлупа спала. Какъ въ пробахъ съ цѣльнымъ, такъ и съ измельченнымъ горохомъ на днѣ колбъ замѣтенъ слой распавшагося въ порошокъ гороха.

4) Три часа варенія. Видъ риса, пшена и гречихи остается безъ замѣтныхъ измѣненій. Гречневая каша еще болѣе покраснѣла и имѣетъ видъ хорошо упрѣвшей. Въ кашахъ приготовленныхъ изъ риса и пшена не возможно было замѣтить особой разницы между часовымъ и трехчасовымъ вареніемъ. Въ цѣльномъ горохѣ еще болѣе плаваетъ отдѣленной скорлупы; на днѣ всѣхъ пробъ еще болѣе распавшагося порошкообразнаго гороха; жидкость еще болѣе пожелтѣла. Въ варкѣ гороха между невскою и дестиллированною водою различія не замѣчено.

Послѣ варенія, по добавленіи выкипѣвшей жидкости и по охлажденіи, пробы подвергались дѣйствію ферментныхъ жидкостей—слюны и глицериновой вытяжки поджелудочной желѣзы. Трудно было a priori избрать такой періодъ времени перевариванія, который бы могъ служить критеріемъ величины перевариваемости веществъ сказанными ферментами при различныхъ условіяхъ варенія.

Въ пробахъ обработанныхъ вышеописанными способами есть части легко и трудно перевариваемыя, относительное количество которыхъ конечно можетъ быть различнымъ. Легко перевариваемыя части первыми подпадаютъ дѣйствію фермента и даютъ большее количество продуктовъ перевариванія сравнительно съ трудно перевариваемыми частями. Важно найти этотъ переходъ отъ однихъ къ другимъ. Если для всѣхъ опытовъ взять краткій періодъ времени, напр., полчаса перевариванія, то можетъ случиться, что это время будетъ достаточнымъ для однихъ и недостаточнымъ для опытовъ при другихъ условіяхъ варенія, чтобы всѣ легко перевариваемыя части перевести въ сахаръ, и такимъ образомъ вліяніе варенія будетъ недостаточно выясненнымъ. При продолжительномъ же періодѣ перевариванія этотъ переходъ отъ легко къ трудно-перевариваемымъ частямъ можетъ быть слишкомъ удаленъ отъ конца опыта, что также можетъ мѣшать ясности опытовъ. Поэтому я рѣшился для каждаго періода варенія брать шесть отдѣльныхъ пробъ и оставлять ихъ подъ вліяніемъ фермента неодинаковое время: въ одной

прекращать его дѣйствіе черезъ полчаса, въ другой—черезъ часъ, въ третьей—черезъ полтора часа и т д. съ получасовыми промежутками до трехъ часовъ включительно. Такимъ образомъ получалось шесть жидкихъ и шесть густыхъ порцій для слюны и столько же для вытяжки поджелудочной желѣзы. Слюны и вытяжки прибавлялось по 1 к. с. Смѣшиваніе въ колбахъ производилось взбалтываніемъ, а въ пробиркахъ помощію стеклянной палочки. Колбы и пробирки вновь вставлялись въ деревянный кружокъ и вмѣстѣ съ нимъ помѣщались въ ведро, наполненное водою, температура которой горѣлкою поддерживалась въ границахъ 38°—40° Ц. Прекращалась ферментація двоякимъ способомъ: для опытовъ въ пробиркахъ приливаніемъ 25 к. с. спирта (95%) и взбалтываніемъ, а для опытовъ въ колбахъ посредствомъ троекратнаго кипяченія. Затѣмъ содержимое колбы выливалось въ чашки и жидкость выпаривалась до густой консистенціи остатка, къ которому приливалось 25 к. с. спирта. Далѣе пріемы были одинаковы какъ для пробирокъ, такъ и для остатка вещества переваривавшагося въ колбахъ. Спиртная жидкость отфильтровывалась чрезъ смоченный тѣмъ же спиртомъ фильтръ. Остатокъ вновь промывался спиртомъ до тѣхъ поръ, пока капля промывнаго спирта не оставляла никакого слѣда послѣ выпариванія на стеклѣ. Полученный такимъ образомъ растворъ сахара въ спиртѣ выпаривался до 5—8 к. с., которые растворялись въ опредѣленномъ объемѣ воды съ такимъ разсчетомъ, чтобы сахара въ растворѣ было не болѣе какъ 0,1—0,2%. Растворъ этотъ титровался фелинговою жидкостію.

Въ видѣ контрольныхъ опытовъ, при всякомъ вареніи одна изъ порцій, безъ прибавленія ферметной жидкости, ставилась на 3 часа въ ту же баню съ температурою 38—40° и затѣмъ подвергалась всѣмъ прочимъ манипуляціямъ анализа включительно до количественнаго опредѣленія въ ней сахара. Въ этихъ пробахъ рисъ всегда давалъ отрица--тельные результаты. Горохъ и пшено хотя вездѣ дали положительный результатъ, но опредѣлимый процентъ сахара

получился только послѣ продолжительнаго варенія, какъ это можно видѣть изъ слѣдующей таблички:

	Сырое в-во.		Оклейстир.		Послѣ 1 ч. вар.		Послѣ 2 ч. вар.		Послѣ 3 ч. вар.	
	ж.	г.	ж.	г.	ж.	г.	ж.	г.	ж.	г.
Горохъ	с—л—ѣ—ды				с — а-		0,5%	0,42%	0,92%	0,69%
Пшено	х—а		0,5%	ра.	1,01%	0,5%	1,04%	0,75%	1,2%	0,8%

ж. означаетъ жидко, а **г.** густо сваренное вещество.

Отрицательные результаты въ опытахъ съ рисомъ и такая очевидная зависимость величины получаемаго процента сахара только отъ продолжительности варенія веществъ, содержащихъ сахаръ уже въ готовомъ видѣ, ясно указываютъ на его источникъ: чѣмъ больше разваривалось вещество, тѣмъ больше изъ него выщелачивалось содержавшагося въ немъ сахара, хотя онъ нигдѣ не выдѣлился безъ остатка. Полное выдѣленіе получалось только при опытахъ варенія очень измельченнаго вещества: maximum для гороха 1,15%, для пшена 1,30%.

На таблицѣ № 1 представлены результаты перевариванія послѣ различной продолжительности варенія риса, гороха и пшена, равно какъ и перевариваніе тѣхъ же веществъ въ сыромъ видѣ. Номера первой половины таблицы, №№ 1—12, представляютъ результатъ дѣйствія слюны, остальные №№ 13—24 — дѣйствія вытяжки поджелудочной желѣзы. Въ первыхъ шести опытахъ каждой половины, №№ 1—6 и 13—18, отношеніе вещества къ водѣ 1 : 25, въ послѣднихъ шести каждой половины, №№ 7—12 и 19—24, отношеніе это = 1 : 2. На таблицѣ въ каждомъ опытѣ показано абсолютное количество (въ миллиграммахъ) сахара, полученнаго при перевариваніи даннаго вещества и соотвѣтствующій (относительный) процентъ крахмала его, давшаго найденное количество сахара. Какъ сказано выше, при разсчетѣ здѣсь имѣлась въ виду глюкоза. Изъ анализовъ, прошедшихъ при одинаковыхъ условіяхъ отношенія вещества къ водѣ и варенія, но съ различною продолжительностію перевариванія, составлены суммы процентовъ, которыя могутъ выражать общую энергію перевариванія при

данныхъ условіяхъ и выражаясь въ одномъ числѣ, подобно средней величинѣ, даютъ возможность болѣе легкаго сравненія съ другими аналогичными числами, полученными при иныхъ условіяхъ варенія и изъ другихъ веществъ.

Въ дополненіе къ этимъ опытамъ съ рисомъ, горохомъ и пшеномъ, при окончаніи работы сдѣлано было нѣсколько параллельныхъ опытовъ съ гречневою крупою, изъ естественнаго желанія сравнить пшенную кашу съ гречневой; какъ извѣстно, та и другая играютъ видную роль въ довольствіи войска. Отношеніе гречихи къ водѣ въ порціяхъ взятыхъ для опыта (1 : 25 въ жидкомъ и 1 : 2 въ густомъ видѣ) и періоды варенія примѣнялись тѣже, что и для предыдущихъ веществъ; но опытовъ съ перевариваніемъ меньше: три опыта съ часовою разницею — 1, 2 и 3 часа переваривания. Наконецъ опытовъ съ глицериновою вытяжкою поджелудочной железы вовсе не было сдѣлано. Контрольный опытъ надъ нею съ арорутовымъ клейстеромъ въ то время показалъ небольшое ослабленіе ея дѣйствія. Приготовлять же новую вытяжку одинаковой силы дѣйствія съ предыдущей было бы очень трудно; да въ этомъ и не было особенной нужды, потому что, какъ показали опыты съ рисомъ, горохомъ и пшеномъ, степень перевариваемости вещества можетъ быть опредѣлена только дѣятельностію одной слюны; вытяжка же въ опытахъ съ большимъ количествомъ воды всегда дѣйствуетъ сходно со слюною, съ малымъ — значительно понижается получаемый процентъ сахара и превращеннаго крахмала, параллельность ея дѣятельности и слюны нарушается, но это происходитъ, какъ увидимъ ниже, отъ особыхъ причинъ, не зависимо отъ анализируемаго вещества. Результаты опытовъ съ гречневою крупою представлены на добавочной таблицѣ № 3. Опыты №№ 1—3 съ жидко сваренною крупою, а въ №№ 4—6 крупа варилась въ видѣ каши.

Изъ этихъ двухъ таблицъ (№№ 1 и 3) можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Жидко, съ большимъ количествомъ воды сваренныя вещества перевариваются лучше сваренныхъ густо. Относительно дѣйствія фермента на крахмальный клейстеръ мы имѣемъ слѣдующій законъ: «при одной и той же густотѣ клейстера эффектъ (дѣйствія фермента) тѣмъ слабѣе, чѣмъ болѣе объемъ его, а при одномъ и томъ же объемѣ тѣмъ слабѣе, чѣмъ менѣе густота его» [1]. Такимъ образомъ по этому закону слѣдуетъ, что чѣмъ гуще клейстеръ и чѣмъ меньше объемъ его, тѣмъ сильнѣе дѣйствіе на него фермента. Но мои опыты съ крахмалистыми веществами дали рѣшительно противоположные результаты: и меньшія по объему и болѣе густыя по отношенію крахмала къ водѣ каши и пюре переваривались хуже болѣе объемистыхъ и жидкихъ суповъ. Повидимому здѣсь получается отмѣченный еще Георгіевскимъ фактъ, что чѣмъ гуще клейстеръ, тѣмъ дольше его нужно нагрѣвать, чтобы получить одинаковое количество сахара съ клейстеромъ болѣе жидкимъ: «при 2% и 3% крахмала нагрѣваніе должно быть для одного и тогоже крахмала въ 2 раза продолжительнѣе, чѣмъ при 1%, чтобы получить близкія количества глюкозы». Только перевариваніе не вареныхъ порцій подчиняется первому закону: при меньшемъ содержаніи воды получились большіе проценты перевареннаго крахмала. Здѣсь очевидно вся суть процесса заключалась не въ густотѣ и объемѣ клейстера (котораго тутъ вовсе небыло), а только въ большемъ или меньшемъ разжиженіи водою ферментной жидкости: отъ менѣе разжиженнаго получился эффектъ сильнѣе, чѣмъ отъ болѣе разжиженнаго. Но такой результатъ бываетъ только въ томъ случаѣ, если перевариваніе сыраго вещества для обѣихъ пробъ ведется въ колбочкахъ. Если-же, опытъ переваріванія порцій съ отношеніемъ вещества къ водѣ 1 : 2, подобно вареным порціямъ, вести въ пробиркахъ, то получаются противоположные результаты: такъ границы процентовъ переваренного слюною риса—3,08% (полчаса перева-

[1]) Пашутинъ, Нѣкоторые опыты надъ ферментами, превращающими крахмалъ и тросниковый сахаръ въ глюкозу. Дисс. 1870.

ривания) и 5,86% (3 часа), гороха 4,00—8,53, пшена 3,58—7,05. Несомнѣнно, что въ этихъ двухъ модификаціяхъ одного и тогоже опыта отношеніе вещества къ водѣ и количестоо фермента было одинаковымъ; только измѣнился сосудъ—и получились обратные результаты. При сравненіи колбы и пробирки съ перевариваюшимся въ нихъ сырымъ матеріаломъ, тотчасъ обращаетъ на себя вниманіе неодинаковое въ той и другой распредѣленіе вещества и переваривающей его жидкости: въ колбѣ вещество лежитъ довольно равномѣрнымъ тонкимъ слоемъ на днѣ ея, и между ея частицами также равномѣрно растекается заключающая переваривающій ферментъ жидкость; въ пробиркѣ же все твердое вещество лежитъ на днѣ ея, конечно болѣе толстымъ слоемъ, чѣмъ въ колбѣ, и только меньшая часть жидкости заключена между частицами вещества, а большая часть ея стоитъ надъ нимъ въ видѣ совершенно прозрачнаго толстаго слоя. Слѣдовательно здѣсь какъ будто вещество и жидкость пребываютъ каждое само по себѣ, нѣтъ равномѣрнаго и полнаго смѣшенія ихъ. Но если такое смѣшиваніе, хотя на короткое время, производить въ пробиркахъ искусственно легкими взбалтываніями, повторяемыми минутъ черезъ 20—30, то, не смотря на то, что по взбалтываніи плотное вещество весьма скоро вновь опадаетъ на дно, результаты получаются такіе же или очень близкіе къ проценту переваривания въ колбахъ. Объясненіе этого явленія очень просто. Если опытъ ведется въ колбѣ, то, вслѣдствіе болѣе равномѣрнаго распредѣленія жидкости между частицами перевариваемаго вещества, диффузія жидкости сравнительно мало стѣснена; не то въ пробиркахъ: здѣсь при неравномѣрномъ соотношеніи жидкости и вещества, лежащаго внизу плотнымъ и толстымъ слоемъ, капиллярная аттракція очень сильно затрудняетъ диффузію той части жидкости, которая находится между частицами вещества, съ тою, которая помѣщается вверху свободнымъ слоемъ. Поэтому и продуцируемый сахаръ не можетъ здѣсь такъ равномѣрно растворяться во всей жидкости, а скопляется вблизи мѣста своей продукціи,

in situ въ слоѣ крахмала. Взбалтываніе же устраняетъ эту неравномѣрность, что при большой растворимости сахара происходитъ очень легко. Такимъ образомъ вся суть дѣла сводится на скопленіе продуктовъ дѣятельности слюны, т. е. сахара. Переходя отъ этого простаго опыта къ болѣе сложному — съ вареннымъ крахмалистымъ веществомъ, мы видимъ между ними много аналогичнаго. Различіе заключается только въ томъ, что здѣсь отъ начала до конца ферментъ осужденъ дѣйствовать въ густой средѣ (въ опытахъ съ отношеніемъ 1 : 2), никакое взбалтываніе невозможно и результаты получаются одинаковые какъ для опытовъ въ пробиркѣ, такъ и для опытовъ въ колбѣ (съ тѣмъ же отношеніемъ вещества къ водѣ), даже въ послѣдней часто хуже, потому что въ колбѣ невозможно такъ тщательно смѣшать кашу съ ферментною жидкостію, какъ въ пробиркѣ.

Здѣсь же умѣстно будетъ указать еще на одно обстоятельство, отчасти подтверждающее вышеприведенные доводы. Если сравнить дѣятельность слюны и вытяжки поджелудочной желѣзы, то увидимъ, что первая сильнѣе послѣдней. Проводя это сравненіе далѣе, сравнивая жидкія порціи съ жидкими и густыя съ густыми въ обоихъ рядахъ перевариванія, увидимъ, что глицериновая вытяжка на густыя порціи дѣйствуетъ еще слабѣе, параллельность между дѣятельностію обѣихъ амилолитическихъ жидкостей нарушается; гдѣ въ жидкихъ порціяхъ разница между ними выражается 3—7°/₀, тамъ въ густыхъ пробахъ она достигаетъ 12°/₀. Объясненіе этого факта также сводится на относительную густоту или разжиженность взятыхъ для опытовъ порцій и вліяніе ихъ на степень диффузіи продуцируемаго сахара. Ясно, что водянистая слюна сравнительно съ глицериномъ болѣе разжижаетъ густую пищевую массу; и сахаръ не можетъ свободно диффундировать въ такой жидкости какъ глицеринъ. При большемъ же разжиженіи водою (въ порціяхъ съ большимъ количествомъ воды) это вліяніе глицерина становится незначительнымъ. Въ физіологіи Фостера [1]) есть

[1]) Физіологія Фостера, т. I, стр. 404.

указанiе на то, что въ концентрированномъ глицеринѣ растворяется только незначительная часть дѣятельнаго начала слюны; однако если развести этотъ растворъ водою, то онъ оказывается въ высшей степени амилолитичнымъ. Точно также Крачмеръ [1]) говоритъ, что ферменты остаются недѣйствительными въ концентрированномъ глицеринѣ; ихъ дѣятельность обнаруживается только по прибавленiи воды къ смѣси.

По мѣрѣ дѣйствiя фермента на крахмалъ, часть послѣдняго болѣе и болѣе переходитъ въ растворимые продукты (растворимый крахмалъ, декстринъ, сахаръ), густая содержащая крахмалъ масса болѣе и болѣе разжижается. Такимъ образомъ повидимому создаются условiя лучшей диффузiи и перевариванiя; но послѣднему препятствуетъ съ одной стороны накопленiе продуктовъ дѣятельности фермента [2]), съ другой—присутствiе въ перевариваемой массѣ такихъ веществъ, кои не поддаются амилолитическому дѣйствiю слюны и глицериновой вытяжки (бѣлки, клѣтчатка, жиръ и т. п.) При естественномъ процессѣ пищеваренiя въ организмѣ даны условiя, до извѣстной степени устраняющiя эти обѣ неблагопрiятныя стороны искусственнаго пищеваренiя. Продуктъ дѣятельности фермента—сахаръ, вслѣдствiе свойства легко диффундировать, поступаетъ въ кровь; часть же бѣлковыхъ элементовъ, въ промежутокъ между дѣятельностiю двухъ амилолитическихъ соковъ—слюны и сока поджелудочной желѣзы, тоже переваривается желудочнымъ сокомъ и переходитъ въ растворимое состоянiе, слѣдовательно часть и втораго препятствiя устраняется. Для пищи сухой, состоящей изъ крахмалистыхъ и бѣлковыхъ началъ существуютъ особенныя условiя, обезпечивающiя успѣхъ переваривания: въ полости рта во время разжевыванiя она не только механически размельчается, но и разжижается, смѣшиваясь съ щелочною слюною (жидкая пища, какъ извѣстно, ми-

---

[1]) Kratschmer, Revue des sciences médicales, dir. p. Geogres Hayem, t. X, p. 454

[2]) Физiологiя Фостера, т. 1, стр. 403.

нуетъ эту часть пищеварительнаго акта), которая въ сравнительно краткій періодъ жеванія, глотанія и отчасти въ желудкѣ успѣваетъ подѣйствовать на крахмалъ химически; въ желудкѣ же дѣятельность слюны смѣняется дѣятельностію желудочнаго сока, которому тѣмъ легче пропитать весь ранѣе ослюненный кусокъ пищи, что реакція этихъ двухъ послѣдовательно дѣйствующихъ пищеварительныхъ соковъ различна и здѣсь можетъ имѣть большое значеніе химическое сродство. По Завильскому (Virchow, Hirsch, Med. Jahresbericht, 1874. Bd. I, S. 221) пепсинъ самъ по себѣ не дѣйствуетъ на декстринъ, но эритродекстринъ и ахроодекстринъ превращаются пепсиномъ въ сахаръ также и въ отсутствіи кислоты, если предшествовало дѣйствіе слюны [1]). Слѣдовательно желудочный сокъ даже нейтрализованный слюною не утрачиваетъ своей способности дѣйствовать на принятую крахмалистую пищу. Когда уже слюннымъ и желудочнымъ перевариваніемъ пища достаточно измѣнена и разжижена, въ тонкихъ кишкахъ она вновь подвергается дѣйствію щелочнореагирующей жидкости—панкреатическаго сока, дѣйствующаго одновременно на углеводы, на бѣлки и жиры, если они примѣшаны къ пищѣ (масло въ кашѣ). Дѣйствіемъ на ахроодекстринъ ферментъ поджелудочной желѣзы значительно превосходитъ не только солодовый ферментъ (діастазъ), но и разведенную соляную кислоту; послѣдняя только при температурѣ кипѣнія, и то лишь медленно, дѣйствуетъ на этотъ декстринъ [2]).

Судя по нѣкоторымъ, правда немногочисленымъ, сдѣланнымъ мною опытамъ, я полагаю, что вышеприведенный законъ (Пашутинъ) дѣйствія ферментовъ на крахмальные клейстеры различной густоты и объема, относясь только къ чистымъ крахмаламъ, не примѣнимъ къ крахмалистымъ веществамъ, если они взяты для варенія въ такомъ отношеніи къ водѣ, что даютъ очень густую пищу.

---

[1]) Гоппе-Зейлеръ, Физіологическая химія, русс. пер. 1879 г. стр. 272.

[2]) Ib. стр. 305.

2) Сырое крахмалистое вещество переваривается хуже варенаго. Пропорціонально продолжительности варенія веществъ увеличивается ихъ перевариваемость. Если къ взятому веществу прилить опредѣленное количество воды, то въ ней растворяется только часть содержащихся въ даннномъ веществѣ растворимыхъ углеводовъ и солей; а по прибавленіи ферментной жидкости получается взятое вещество само по себѣ и въ нѣсколько разъ разжиженный ферментъ. При вареніи же происходитъ слѣдующая перемѣна: частью или весь крахмалъ оклейстировывается, отъ набуханія крахмальныхъ зеренъ окружающая ихъ оболочка изъ целлюлезы лопается, часть оклейстированнаго крахмала изъ зерна поступаетъ въ общую массу жидкости; слѣдовательно получается развариваемое вещество въ видѣ болѣе или менѣе распавшагося зерна съ одной стороны и большей или меньшей густоты клейстеръ съ другой. Чѣмъ больше продолжается вареніе, чѣмъ больше разваривается взятое вещество, тѣмъ больше крахмалъ (гранулеза) высвобождается изъ окружающей его оболочки (целлюлезы) и тѣмъ гуще становится клейстеръ. Здѣсь при дальнѣйшемъ вареніи происходитъ только простое механическое дѣйствіе надъ ранѣе оклейстированнымъ крахмаломъ. Слѣдовательно, подвергая ферментаціи порціи послѣ различной продолжительности предшествовавшаго варенія, мы дѣлаемъ опытъ дѣйствія фермента на различной густоты клейстеръ при одинаковомъ объемъ его. Поэтому здѣсь долженъ имѣть силу тотъ законъ, что при одномъ и томъ же объемѣ клейстера дѣйствіе фермента тѣмъ слабѣе, чѣмъ менѣе густота его (Пашутинъ). Такъ въ дѣйствительности и есть: послѣ кратковременнаго варенія получается меньше сахара, чѣмъ послѣ продолжительнаго. Но такое развариваніе для всѣхъ веществъ имѣетъ свои границы: пшено послѣ часоваго, а прочія вещества послѣ двухчасоваго варенія повидимому достигаютъ полнаго разваривания, по крайней мѣрѣ невозможно замѣтить никакой разницы въ испытуемомъ веществѣ при дальнѣйшемъ вареніи, кромѣ гороха; и тѣмъ не менѣе результаты пере-

вариванія открываютъ эту разницу, давая увеличеніе процента переваренняго крахмала послѣ высшихъ степеней варенія. Но такое непосредственное сравненіе, конечно, представляетъ довольно грубый пріемъ для того, чтобы на основаніи его сдѣлать какія-либо рѣшительныя заключенія. Къ рѣшенію этого вопроса можно подойти съ другой стороны. Простымъ механическимъ измельченіемъ испытуемаго вещества до опыта можно если не совершенно устранить, то по крайней мѣрѣ свести на очень малую величину, ту механическую размельчающую роль варенія, о которой была рѣчь выше. Каждое изъ четырехъ веществъ я мелко размалывалъ и растиралъ въ ступкѣ до тѣхъ поръ, пока вся взятая порція легко просѣивалась сквозь самое тонкое проволочное сито. Въ такомъ измельченномъ видѣ всѣ вещества отвѣшивались, варились, переваривались и обработывались всѣми вышеописанными способами. Для варенія отношеніе вещества къ водѣ взято только 1 : 25, а перевариваніе длилось только 1 часъ, такъ какъ предыдущіе опыты показали, что въ большинствѣ случаевъ перевариваніемъ такой продолжительности уже опредѣляется общій характеръ и степень перевариваемости веществъ при разныхъ условіяхъ варенія. Результаты опытовъ съ превращенными въ мелкій порошокъ веществами представлены на таблицѣ № 4. Каждые три номера опытовъ по порядку сдѣланы въ совершенно одинаковыхъ условіяхъ и изъ нихъ выведены среднія величины. Кромѣ того, въ каждомъ веществѣ вычислены величины увеличенія средняго процента переваренняго крахмала вслѣдствіе увеличенія продолжительности варенія по принятымъ періодамъ.

Изъ этой таблицы видно, что, не смотря на предварительное измельченіе, вареніе продолжаетъ увеличивать перевариваемость вещества. Такимъ образомъ кромѣ вышеупомянутаго механическаго, есть еще какое-то другое дѣйствіе варенія (температуры) на крахмалъ. Здѣсь очевидно подтверждается отмѣченное Георгіевскимъ увеличеніе количества сахара, получаемаго изъ клейстера, въ зависимости отъ про-

должительности предварительнаго нагрѣванія клейстера. Въ чемъ состоитъ сущность этого дѣйствія температуры, сказать довольно трудно. Можетъ быть и здѣсь для микроскопическихъ крахмальныхъ зеренъ совершается тотъ же процессъ освобожденія гранулезы изъ целлюлезной оболочки, тотъ же процессъ развариванія, что при вареніи цѣльныхъ зеренъ наблюдается даже въ макроскопическомъ видѣ. Именно у Кенига [1]) представлены такіе рисунки микроскопическихъ препаратовъ сыраго и варенаго картофеля: оклейстировавшіяся крахмальныя зерна сильно увеличились въ объемѣ и многія вышли изъ окружавшей ихъ клѣтчатой оболочки. Но при данной измельченности вещества едвали развариваніе можетъ продолжаться до трехчасоваго варенія и въ равные періоды варенія такъ равномѣрно увеличивать перевариваемость веществъ. Напротивъ, опыты съ глицериновою вытяжкою діастаза ячменнаго солода показываютъ, что для полнаго дѣйствія фермента, чтобы весь крахмалъ сдѣлать доступнымъ его вліянію, чтобы превратить весь крахмалъ въ мальтозу, для тѣхъ же веществъ можно остановиться на болѣе крупномъ измельченіи, достаточно только часоваго варенія и $1\frac{1}{2}$—2-хъ часоваго дѣйствія фермента.

Но съ другой стороны можетъ быть здѣсь мы имѣемъ передъ собою болѣе глубокое химическое измѣненіе вещества, состоящее въ такомъ перемѣщеніи молекулъ крахмала, при которомъ онъ легче переходитъ сначала въ изомерное съ нимъ тѣло декстринъ, а потомъ въ сахаръ. Мы уже видѣли, что дѣйствіемъ температуры, въ присутствіи воды, можно произвести рядъ послѣдовательныхъ превращеній и наконецъ дойти до полнаго разложенія крахмала. Продолжительнымъ дѣйствіемъ температуры въ 100^0 получается растворимый крахмалъ, о которомъ Бешанъ говоритъ, что это—продуктъ промежуточный и долженъ быть помѣщенъ въ равномъ разстояніи между обыкновеннымъ крахмаломъ и декстриномъ [2]) При 160^0 получаются, кромѣ растворимаго крахмала, дек-

[1]) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, 1880. Bd. II, S. 546—548.
[2]) Цитровано по Саломону: Annales de Chimie et de Physique, 6 série t. 4, p. 178

стринъ и сахаръ (Жакленъ, Машке, Мункъ, Сокслетъ), при 210^0—пиродекстринъ (Жели); а при еще болѣе высокой температурѣ крахмалъ разлагается на угольную и уксусную кислоты, многіе углеводороды, пригорѣлыя масла и уголь (Біассонъ).

Вѣроятно болѣе или менѣе продолжительное дѣйствіе температуры кипѣнія воды въ опытахъ съ вареніемъ даетъ начало неполному разложенію сложнаго тѣла-диссоціаціи. Изъ разсмотрѣнныхъ доселѣ данныхъ видно, что дѣйствія на крахмалъ ферментовъ, кислотъ и температуры (не выше 160^0) имѣютъ между собою много аналогичнаго. Если сравнить крахмалъ и рядъ тѣхъ продуктовъ, которые изъ него образуются подъ вліяніемъ упомянутыхъ агентовъ, т. е. ферментовъ, кислотъ и температуры: растворимый крахмалъ, декстринъ и сахаръ (иногда сначала мальтоза, а потомъ глюкоза), то можно видѣть, что крахмалъ постепенно переходитъ въ соединенія, стойкость которыхъ къ вліянію физическихъ и химическихъ агентовъ постепенно уменьшается. Вѣроятно и продолжительное вареніе крахмала при температурѣ 100^0 вліяетъ на его способность быстрѣе идти по указанному пути превращеній.

3) Сравненіе перевариваемости четырехъ взятыхъ мною веществъ показываетъ, что при всѣхъ равныхъ условіяхъ варенія и переваривания съ наибольшею легкостію переваривается пшено, за нимъ слѣдуютъ въ нисходящемъ порядкѣ гречневая крупа, рисъ и наконецъ горохъ. Это—порядокъ, выведенный изъ варенія и переваривания веществъ, взятыхъ цѣльными безъ измельченія [1]) (по таблицѣ № 1 и № 3). Но если сдѣлать опытъ надъ тѣми же веществами въ ихъ измельченномъ видѣ, то вышеприведенный порядокъ нѣсколько измѣняется (по таблицѣ № 4), именно: на первомъ мѣстѣ

[1]) Для устраненія недоразумѣній слѣдуетъ замѣтить, что то раздробленіе анализируемыхъ веществъ въ крупный порошокъ, о которомъ говорилось на стр. 36, здѣсь не принимается во вниманіе, какъ замѣтно не вліяющее на результаты съ вареніемъ и потому всѣ такія вещества здѣсь называются цѣльными, неизмельченными въ отличіе отъ тѣхъ же веществъ, превращенныхъ въ очень мелкій порошокъ, прошедшій сквозь тонкое сито.

стоитъ гречневая крупа, а потомъ уже слѣдуютъ рисъ, пшено и горохъ. Да и въ первомъ порядкѣ есть исключеніе: послѣ часоваго и двухчасоваго варенія гречневая каша (какъ еще не вполнѣ сварившаяся) переваривается хуже рисовой и только послѣ трехчасоваго варенія она едва-едва превосходитъ послѣднюю, такъ что временно до трехчасоваго варенія создается третій порядокъ перевариваемости кашъ: пшенная, рисовая, гречневая и гороховая (пюре); но если гречневая каша хорошо сварена, то первый порядокъ не измѣняется, гречневая каша становится впереди рисовой. Всѣ эти постоянныя и временныя перестановки въ порядкѣ перевариваемости веществъ объясняются трудною развариваемостію гречневой крупы. Какъ видно изъ табл. № 4, вареный крахмалъ гречихи переваривается легче всѣхъ другихъ взятыхъ сортовъ (сырой легче всѣхъ у пшена), именно въ той варіаціи опытовъ, гдѣ всѣ вещества настолько размельчены, что развариваніе ихъ, если не совсѣмъ устранено, то сведено на минимальную величину. Въ томъ же случаѣ, когда результаты опыта зависятъ и отъ разваривания вещества, гречневая крупа отступаетъ на второе мѣсто; слѣдовательно малая способность ея развариваться при вареніи не уравновѣшивается ея первымъ свойствомъ, высшею перевариваемостію. Наконецъ отступленіе ея на третье мѣсто въ томъ случаѣ, когда она сварена густо и недостаточно упрѣла, доказываетъ что разваривание ея совершается быстрѣе въ большихъ количествахъ воды и медленнѣе въ малыхъ. Дѣйствительно, въ опытахъ только послѣ трехчасоваго варенія внѣшность гречневой каши походила на хорошо сваренную; и достаточно дать закипѣть по одной пробѣ каждаго вещества, чтобы даже простымъ счетомъ разварившихся крупинокъ убѣдиться что легче и быстрѣе всѣхъ разваривается пшено, потомъ гречневая крупа и наконецъ рисъ, горохъ же требуетъ продолжительнаго варенія для своего разваривания.

Если мы сравнимъ перевариваемость веществъ сваренныхъ въ неизмельченномъ и въ мелко измельченномъ видѣ, то увидимъ, что послѣднія опережаютъ первыя на неодина-

ковый періодъ времени варенія: въ рисѣ и пшенѣ результаты перевариванія послѣ часоваго варенія порошка почти равны результатамъ послѣ двухчасоваго варенія неизмельченнаго вещества, въ гречневой крупѣ (цѣльной) соотвѣтствующій процентъ повидимому лежитъ между двухъ и трехчасовымъ вареніемъ ея, вѣроятно по той же самой причинѣ, что она разваривается труднѣе предыдущихъ веществъ. Но самою малою развариваемостію изъ взятыхъ веществъ несомнѣнно обладаетъ горохъ. Уже упоминалось, что даже непосредственнымъ наблюденіемъ можно легко замѣчать, какъ съ каждымъ часомъ варенія горохъ разваривается болѣе и болѣе. Сравненіе же перевариваемости двухъ взятыхъ видовъ его (неизмельченнаго и измельченнаго) указываетъ, что и это самое продолжительное въ опытахъ—трехчасовое развариваніе не даетъ даже того процента перевареннаго крахмала, какой получается послѣ оклейстированія крахмала въ горохѣ измельченномъ, слѣдовательно трехчасовое вареніе дало не столь совершенное развариваніе и измельченіе горошинъ, какъ употребленное здѣсь измельченіе искусственное. Впрочемъ сравненіе измельченнаго вещества съ неизмельченнымъ невозможно провести во всей строгости, потому что вареніе одновременно оказываетъ и механическое и химическое дѣйствіе на крахмалистое вещество.

Изъ таблицы № 4 видно, что это второе вліяніе варенія на крахмалистыя вещества въ смыслѣ улучшенія ихъ перевариваемости неодинаково: такъ для риса трехчасовое вареніе увеличиваетъ количество полученнаго при перевариваніи сахара на 22,68% (33,30—10,62), для пшена—на 21,11% (33,62—12,51), для гречневой крупы—на 25,20% (37,06—11,86), для гороха—на 17,55% (29,29—11,74). Слѣдовательно сильнѣйшее дѣйствіе на гречиху и слабѣйшее на горохъ. Между отдѣльными принятыми періодами варенія улучшеніе распредѣляется довольно равномѣрно, кромѣ гороха, давшаго между двух—и трехчасовымъ вареніемъ незначительную величину (0,76%). Можетъ быть здѣсь бóльшая разница получилась бы при болѣе продолжительномъ перевариваніи, а

не при часовомъ, какъ это принято для всѣхъ опытовъ данной таблицы.

Левбергъ въ своихъ опытахъ бралъ слюну отъ трехъ различныхъ субъектовъ и нашелъ, что поставленные въ одинаковыя условія, представляющіе крѣпкое тѣлосложеніе и здоровые субъекты даютъ слюну приблизительно одинаковой силы, съ разницею въ превращеніи крахмала не превышающею 3%. Но въ концѣ своей работы онъ кратко заявляетъ, что однажды имъ употреблена была слюна 19-тилѣтняго юноши не крѣпкаго тѣлосложенія, которая только послѣ четырехчасоваго дѣйствія дала такое количество сахара, какое въ опытахъ со слюною предыдущихъ субъектовъ получалось послѣ часоваго дѣйствія. Но еще ранѣе можно найти указанія на то, что слюна не только у различныхъ людей, но и у одного и того же лица неодинакова и непостоянна въ своей дѣятельности. Такъ напр. Кутаре [1]) въ 1870 году указывалъ, что большею частію въ случаяхъ диспепсіи крахмалистыя вещества плохо перевариваются и производятъ извѣстныя непріятныя разстройства и что здѣсь констатировано отсутствіе, уменьшеніе или измѣненіе слюны. На этомъ основаніи между прочимъ онъ предложилъ употребленіе мальтина въ диспепсіи. Ежедневно въ теченіи шести лѣтъ въ своей практикѣ онъ назначалъ это средство противъ диспепсіи и всегда получалъ превосходные результаты. Кромѣ діэты и щелочныхъ водъ, говоритъ онъ, я не знаю ни одного столь безвреднаго и дѣйствительнаго средства.

По этому вопросу о сравнительномъ дѣйствіи слюны, взятой отъ разныхъ людей, мною также сдѣлано нѣсколько опытовъ съ перевариваніемъ риса, гороха и пшена, при разныхъ условіяхъ варенія и отношенія веществъ къ водѣ, слюною, взятою отъ слѣдующихъ субъектовъ.

Субъектъ № 1. Н. Б-нъ, мужчина 32 лѣтъ, посредственнаго тѣлосложенія и питанія. Неправильности пищеваренія рѣдки; аппетитъ всегда хорошій. Съ его слюною произведены всѣ предыдущіе опыты настоящей работы. —

[1]) Coutaret, Comptes rendus, LXX, p. 387.

Результаты дѣйствія его слюны и всѣхъ послѣдующихъ субъектовъ представлены на таблицѣ № 5.

Субъектъ № 2. В. Г-ій, мужчина 26 л., хорошаго тѣлосложенія и питанія. Пищевареніе и аппетитъ хорошій. Какъ видно изъ таблицы, результаты дѣйствія его слюны очень близки къ соотвѣтствующимъ № 1; разница въ сторону увеличенія или уменьшенія не превышаетъ 1%,—колебаніе возможное даже при слюнѣ отъ одного и тогоже субъекта.

Субъектъ № 3. Ев. Д-ая, женщина 25 л., тоже можетъ назваться здоровою; тѣлосложеніе и питаніе хорошія. Здѣсь разница съ предыдущими субъектами значительнѣе, доходящая до 3%; но такъ какъ колебанія эти идутъ и въ сторону плюса и въ сторону минуса, то дѣятельность и этой слюны и двухъ предыдущихъ можно принять нормальной для сравненія съ послѣдующими.

Субъектъ № 4. Н. Б-на, женщина 29 л., слабаго тѣлосложенія и питанія. Подвержена самымъ разнообразнымъ нервнымъ заболѣваніямъ и истеріи. Аппетитъ или плохъ или вовсе отсутствуетъ. Часто бываетъ диспепсія. Слюна этого субъекта дала самые плохіе результаты: въ нѣкоторыхъ опытахъ перевариваніе около 12% ниже нормы.

Субъектъ № 5. К. Б-ва, женщина 19 л., слабаго тѣлосложенія и питанія, малокровна. Въ дѣтствѣ страдала золотухою; въ настоящее время иногда безъ замѣтной причины появляются увеличеніе лимфатическихъ желѣзъ и нарывы. Дѣятельность пищеварительныхъ органовъ правильная. Здѣсь опыты дали хотя и лучшіе результаты сравнительно съ субъектомъ № 4, но все-таки они далеки отъ нормы, никогда не достигаютъ послѣдней, иногда же разница доходитъ до 8%.

Субектъ № 6. Ел. Д-ня, женщина 45 л., слабаго тѣлосложенія и питанія; всегда была расположена къ нервнымъ болѣзнямъ; аппетитъ удовлетворительный; пищевареніе правильно. Дѣятельность слюны ниже нормы иногда до 9%.

Нужно замѣтить, что всѣ данные субъектѣ сами считали себя почти здоровыми. Самочувствіе ихъ въ моментъ дачи слюны для опытовъ было настолько удовлетворительно,

что они не считали нужнымъ пользоваться какимъ-либо леченіемъ.

Изъ этихъ опытовъ можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Слюна здоровыхъ людей дѣйствуетъ почти съ одинаковою силою.

2) Слюна людей съ плохимъ питаніемъ, соединеннымъ съ какимъ-нибудь болѣзненнымъ состояніемъ, значительно уступаетъ предыдущей въ своей дѣятельности.

3) Посредствомъ болѣе продолжительнаго варенія крахмалистыхъ веществъ можно значительно улучшить ихъ перевариваемость и даже приблизить къ нормѣ ослабленное пищевареніе. Такъ, напримѣръ, перевариваніе послѣ трехчасоваго варенія риса и гороха въ видѣ супа для субъекта № 4 дало процентъ близкій къ проценту, полученному отъ переваривания риса и гороха, варившихся въ теченіи часа для субъекта № 3. Три часа нужно варить рисъ для № 6, чтобы получить результаты близкіе къ №№ 1 и 2 послѣ часоваго варенія. Три часа нужно варить пшено для № 5, чтобы получить нормальное перевариваніе, наблюдаемое у здоровыхъ субъектовъ (№№ 1—3) послѣ часоваго варенія и т. д. Вообще для субъектовъ съ слабымъ тѣлосложеніемъ и питаніемъ крахмалистыя вещества должны быть увариваемы вдвое и втрое дольше, нежели для людей здоровыхъ и крѣпкаго тѣлосложенія, чтобы получить одинаковые результаты перевариванія.

4) Послѣ продолжительнаго варенія крахмалистыхъ веществъ замѣчается меньшая разница между нормальнымъ и ослабленнымъ перевариваніемъ. Послѣ часоваго варенія получились слѣдующія максимальныя разницы между наибольшимъ нормальнымъ и наименьшимъ ослабленнымъ дѣйствіемъ слюны: для риса 12,81%, для гороха 6,17%, для пшена 12,89%; тогда какъ послѣ трехчасоваго варенія тѣже вещества при томъ же сравненіи дали слѣдующія цифры: рисъ 12,11%, горохъ 5,51% и 4,70%, пшено 5,77%. Во всѣхъ трехъ веществахъ замѣтно болѣе благопріятное вліяніе варенія для дѣятельности ослабленной слюны, чѣмъ для

нормальной, такъ что первая болѣе приближается къ послѣдней и оттого начальная разница въ условіяхъ кратковременнаго варенія болѣе или менѣе уменьшается послѣ трехчасоваго варенія. Особенно замѣчательны малое улучшеніе перевариваемости для риса (съ 12,81 на 12,11) и значительное для пшена (съ 12,89 на 5,77); разница въ пшенѣ сокращается слишкомъ въ два раза (2,23).

Пріятнымъ долгомъ считаю выразить искреннюю благодарность глубокоуважаемому Профессору Алексѣю Петровичу Доброславину за очень многіе полезные совѣты и указанія при производствѣ настоящей работы въ его лабораторіи.



ПОЛОЖЕНІЯ.

1) Вареніе крахмалистыхъ веществъ способствуетъ скорѣйшему ихъ перевариванію, поэтому нѣкоторыя изъ такихъ трудно-перевариваемыхъ веществъ посредствомъ предварительнаго варенія можно сдѣлать легко-перевариваемыми.

2) Въ тѣхъ изъ крахмалъ-содержащихъ веществъ, кои при варкѣ быстрѣе развариваются, крахмалъ обладаетъ способностью скорѣе перевариваться.

3) Твердая пища переваривается хуже жидкой, приготовленной изъ того же вещества.

4) По степени удобоваримости изслѣдованные виды крахмалистыхъ веществъ можно расположить въ слѣдующемъ порядкѣ, начиная съ легко-перевариваемаго: пшено, гречневая крупа, рисъ и горохъ.

5) Но есть основаніе полагать, что различные виды чистаго крахмала, содержащіеся въ сихъ продуктахъ, по относительному количеству продуцируемаго сахара подъ вліяніемъ слюны, слѣдовательно и по степени ихъ перевариваемости, должны быть расположены въ нѣсколько иномъ порядкѣ: гречневый крахмалъ, рисовый, пшенный и гороховый.

6) Существующее въ общежитіи стремленіе получить при варкѣ горохъ разварившимся, гречневую кашу хорошо упрѣвшею и покраснѣвшею имѣетъ діэтетическое значеніе, потому что такъ приготовленныя они лучше перевариваются.

7) Слюна здоровыхъ людей обладаетъ почти одинаковою силою дѣйствія, у людей же слабаго тѣлосложенія и питанія она можетъ представлять значительное ослабленіе въ силѣ своего дѣйствія.

8) Въ растеніи Сахарное Сорго (Sorgum Saccharatum, Чалашакара—груз.) находится сахара до 14% сухаго остатка.

CURRICULUM VITAE.

Врачъ Николай Васильевичъ Бутягинъ, 32 лѣтъ отъ роду, сынъ псаломщика Тверской губерніи. Первоначальное образованіе получилъ въ Тверской Духовной Семинаріи, по окончаніи 4-хъ классовъ которой въ 1875 году послѣ повѣрочнаго экзамена поступилъ на медицинскій факультетъ ИМПЕРАТОРСКАГО Московскаго Университета. Въ 1881 году окончилъ курсъ со степенью Лекаря съ отличіемъ и съ правомъ по представленіи диссертаціи и по публичномъ защищеніи оной получить степень Доктора Медицины. 26 іюля того же года опредѣленъ младшимъ врачемъ 65 пѣхотнаго Московскаго Его ИМПЕРАТОРСКАГО Высочества Наслѣдника Цесаревича полка. 7 августа настоящаго года переведенъ въ 74 резервный (кадровый) баталіонъ. Въ настоящее время, состоя въ прикомандированіи къ ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи въ числѣ врачей для усовершенствованія, написалъ и представилъ диссертацію подъ заглавіемъ «Усвоеніе крахмаловъ при различныхъ условіяхъ кухонной обработки ихъ». Другихъ печатныхъ трудовъ не имѣетъ.

7 декабря 1887 г.

ТАБЛИЦА № 1.

РИСЪ.

№№ опытовъ	Продолжительн. перепреванія	Сырой.		До кипѣнія воды.		1 часъ варенія.		2 часа варенія.		3 часа варенія.	
		милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%
1	1/2 ч.	34,28	4,02	175,43	20,58	204,08	23,95	208,33	24,45	208,33	24,45
2	1 ч.	43,48	5,10	192,30	22,57	217,39	25,52	250,00	29,34	277,77	32,60
3	1 1/2 ч.	45,45	5,33	217,39	25,52	232,55	27,30	256,41	30,10	294,11	34,52
4	2 ч.	50,00	5,87	217,39	25,52	243,85	28,62	263,15	30,89	312,50	36,68
5	2 1/2 ч.	55,55	6,52	227,27	26,91	250,00	29,34	269,72	31,66	312,50	36,68
6	3 ч.	62,50	7,33	235,84	27,68	250,00	29 34	294,11	34,52	324,67	38,11
		Сумма%	34,17	Сумма%	148,78	Сумма%	164,07	Сумма%	180,96	Сумма%	203,04
7	1/2 ч.	43,48	5,10	173,61	20,38	181,81	21,34	208,33	24,45	204,08	23,95
8	1 ч.	50,00	5,87	179,85	21,11	200,00	23,47	217,39	25,52	222,22	26,08
9	1 1/2 ч.	58,82	6,90	196,08	23,01	204,08	23,95	238,09	27,95	250,00	29,34
10	2 ч.	66,66	7,81	200,00	23.47	222,22	26,08	250,00	29,34	256,41	30,10
11	2 1/2 ч.	74,07	8,69	208,33	24,45	227,27	26,91	263,15	30,89	263,15	30,89
12	3 ч.	76,92	9,03	227,27	26,91	238,09	27,95	277,77	32,60	277,77	32,60
		Сумма%	43,40	Сумма%	139,33	Сумма%	149,70	Сумма%	170,75	Сумма%	172,96
13	1/2 ч.	28,33	3,32	178,57	20,96	185,18	21,73	196,08	23,01	200,00	23,47
14	1 ч.	32,25	3,78	181,81	21,34	188,68	22,15	212,76	24,97	222,22	26,08
15	1 1/2 ч.	36,36	4,26	185,18	21,73	192,30	22,57	217,39	25,52	227,27	26,91
16	2 ч.	40,00	4,69	192,30	22,57	200,00	23,47	219,30	25,74	238,09	27,95
17	2 1/2 ч.	41,66	4,89	193,79	22,75	204,08	23,95	227,27	26,91	250,00	29,34
18	3 ч.	48,29	5,66	200,00	23,47	208,33	24,45	227,27	26,91	250,00	29,34
		Сумма%	26,60	Сумма%	132,82	Сумма%	138,32	Сумма%	153,06	Сумма%	163,09
19	1/2 ч.	11,76	1,38	110,20	12,92	113,63	13,40	117,64	13,81	120,24	14,10
20	1 ч.	12,42	1,45	131,70	15,46	222,54	14,38	123,45	14,49	125,00	14,55
21	1 1/2 ч.	14,28	1,67	145,94	17,13	142,85	16,65	142,85	16,65	144,92	17,01
22	2 ч.	20,00	2,34	150,00	17,49	151,51	18,02	156,25	18,33	147,06	17,26
23	2 1/2 ч.	22,22	2,60	150,83	17,70	161,29	18,93	161,29	18,93	166,66	19,56
24	3 ч.	25,00	2,94	158,82	18,64	166,66	19,56	178,57	20,96	185,18	21,73
		Сумма%	12,38	Сумма%	99,34	Сумма%	100,94	Сумма%	103,17	Сумма%	104,21

ГОРОХЪ.

№№ опытовъ	Продолжительн. перепреванія	Сырой.		Вареніе до кипѣнія воды.		1 часъ варенія.		2 часа варенія.		3 часа варенія.	
		милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%
1	1/2 ч.	24,54	4,26	58,95	10,24	64,80	11,26	73,53	12,78	96,29	16,73
2	1 ч.	33,75	5,86	80,59	14,00	82,82	14.39	94,34	16,39	113,04	19,64
3	1 1/2 ч.	36,00	6,25	85,71	14,88	90,90	15,64	98,04	17,04	114,03	19,81
4	2 ч.	46,95	8,10	88,52	15,38	94,73	16,46	101,35	17,59	118,18	20,47
5	2 1/2 ч.	54,00	9,29	89,40	15,53	105,88	18,40	113,63	19,75	120,93	21,02
6	3 ч.	60,00	10,42	90,00	15,64	108,00	18,77	119,05	20,53	126,83	22,04
		Сумма%	44,18	Сумма%	85,67	Сумма%	94,92	Сумма%	104,08	Сумма%	119,71
7	1/2 ч.	28,42	4,94	58,82	10,22	62,50	10,86	64,28	11,17	95,59	16,61
8	1 ч.	36,00	6,25	75,00	13,03	75,75	13,16	77,14	13 58	108,33	18,82
9	1 1/2 ч.	49,09	8,53	78,26	13,60	81,81	14,22	87,72	15.24	113,04	19,64
10	2 ч.	54,00	9,29	78,26	13,60	82,31	14,30	98,04	17,04	118,18	20,47
11	2 1/2 ч.	56,84	9,88	78,94	13,73	83,07	14,61	104,17	18,10	123,80	21,51
12	3 ч.	63,53	11,04	84,37	14,66	87,75	15,25	104,17	18,10	130,00	22,59
		Сумма%	49,93	Сумма%	78,84	Сумма%	82,40	Сумма%	93,23	Сумма%	119,64
13	1/2 ч.	16,36	2,84	57,54	10,00	67,50	11,73	66,49	11,55	73,53	12,78
14	1 ч.	17,41	3,02	65,85	11,43	70,13	12,19	72,67	12,63	89,28	15,51
15	1 1/2 ч.	18,00	3,11	67,50	11,73	77,14	13,40	78,12	13,57	92,59	16,09
16	2 ч.	21,60	3,75	71,05	12,35	82,31	14,30	83,33	14,48	96,15	16,19
17	2 1/2 ч.	22,98	4,00	71,10	12,35	83,07	14,61	84,74	14,73	101,85	17,70
18	3 ч.	27,00	4,69	72.97	12,68	84,37	14,66	89,28	15,51	105,00	18,25
		Сумма%	21,41	Сумма%	70,54	Сумма%	80,89	Сумма%	82,47	Сумма%	96,52
19	1/2 ч.	10,00	1,73	28,42	4,94	36,00	6,25	41,66	7,24	41,66	7,24
20	1 ч.	12,00	2,08	35,85	6,23	38,57	6,70	45,45	7,90	47,70	8,20
21	1 1/2 ч.	13,20	2,31	41,03	7,13	53,14	9,23	53,19	9,24	52,08	9,05
22	2 ч.	13,50	2,34	41,47	7,20	53,50	9,29	53,76	9,34	56,81	9,87
23	2 1/2 ч.	15,43	2,68	41 47	7,20	54,00	9,38	61,97	10,77	62,50	10,86
24	3 ч.	15,88	2,76	45,00	7,82	54,00	9,38	65,79	11,42	78,95	13,72
		Сумма%	13,90	Сумма%	40,52	Сумма%	50,23	Сумма%	55,91	Сумма%	58,94

ПШЕНО.

№№ опытовъ	Продолжительн. перепреванія	Сырое.		Вареніе до кипѣнія воды.		1 часъ варенія.		2 часа варенія.		3 часа варенія.	
		милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%	милигр.	%
1	1/2 ч.	31,25	4,25	156,25	21,25	185,18	24,86	192,30	25,82	216,66	29,10
2	1 ч.	46,29	6,11	195,31	25,95	192,30	25,82	227,26	30,50	247,61	33,24
3	1 1/2 ч.	46,51	6,24	202,70	27,22	235,29	31,72	238,10	31,97	260,00	34,91
4	2 ч.	52,52	7,05	208,33	27,97	232,55	31,22	250,00	33,57	273,15	36,66
5	2 1/2 ч.	61,73	8,29	217,39	29,19	238,10	31,97	263,15	35,32	288,88	38,77
6	3 ч.	62,50	8,39	232,55	31,22	250,00	33,57	277,77	37,29	305,88	41,07
		Сумма%	40,33	Сумма%	162,80	Сумма%	179,16	Сумма%	194,47	Сумма%	213,75
7	1/2 ч.	38,76	5,20	138,88	18,64	161,29	21,65	171,23	23,00	208,00	27,93
8	1 ч.	46,29	6,11	171,43	23,02	178,57	23,97	208,33	27,97	216,66	29,10
9	1 1/2 ч.	52,08	6,99	187,50	25,18	187,50	25,18	217,39	29,19	236,36	31,73
10	2 ч.	67,20	9,01	201,61	27,07	208,33	27,97	222,22	29,84	247,61	33,24
11	2 1/2 ч.	73,53	9,82	210,08	28,21	217,39	29,19	238,10	31,97	247,61	33,24
12	3 ч.	75,75	10,17	215,51	28,94	222,22	29,84	238,10	31,97	260,00	34,91
		Сумма%	47,30	Сумма%	151,06	Сумма%	157,80	Сумма%	173,94	Сумма%	190,15
13	1/2 ч.	26,66	3,58	151,50	20,34	156,25	21,25	171,23	23,00	185,18	24,86
14	1 ч.	29,41	3,94	159,57	21,56	166,66	22,51	187,50	25,18	196,96	26,50
15	1 1/2 ч.	35,71	4,79	166,66	22,38	178,57	23,97	190,84	25,49	201,61	27,07
16	2 ч.	37,50	5,03	178,57	23,97	181,81	24,41	195,31	26,22	208,00	27,93
17	2 1/2 ч.	39,06	5,31	181,81	24,41	185,18	24,86	200,00	26,84	216,66	29,10
18	3 ч.	46,51	6,24	185,18	24,86	192,30	25,82	204,08	27,40	227,26	30,50
		Сумма%	28,89	Сумма%	137,52	Сумма%	142,82	Сумма%	154,13	Сумма%	165,96
19	1/2 ч.	13,75	1,84	100,00	13,42	104,16	13,98	100,00	13,42	116,27	15,61
20	1 ч.	14,28	1,91	113,63	15,25	104,83	14,07	108,69	14,59	121,73	16,34
21	1 1/2 ч.	20,00	2,68	128,20	17,21	128,20	17,11	125,00	16,79	125,00	16,78
22	2 ч.	20,45	2,74	130,00	17,46	140,25	18,83	136,57	18,33	128,20	17,11
23	2 1/2 ч.	26,66	3,58	136,57	18,33	142,50	19,13	156,25	20,98	154,38	20,73
24	3 ч.	29,41	3,94	144,44	19,38	147,06	19,74	161,29	21,65	166,66	22,38
		Сумма%	16,69	Сумма%	101,05	Сумма%	102,86	Сумма%	105,76	Сумма%	108,95

ТАБЛИЦА № 2.

№№ опытовъ.	РИСЪ. % воды.	РИСЪ. % крахмала.	ГОРОХЪ. % воды.	ГОРОХЪ. % крахмала.	ПШЕНО. % воды.	ПШЕНО. % крахмала.
1	11,81	75,93	11,35	50,68	11,30	66,18
2	11,41	75,46	11,50	50,00	11,35	68,18
3	10,95	77,58	10,15	52,82	10,60	66,18
4	10,75	77,14	10,00	52,82	11,00	67,12
5	11,25	75,93	10,05	52,82	11,10	66,18
6	10,65	77,68	10,00	53,35	10,95	66,18
7	11,34	75,93	10,90	51,13	10,80	68,18
8	10,52	77,88	10,95	50,62	11,00	67,72
9	10,55	77,14	10,06	51,57	10,70	67,24
10	10,90	75,93	10,17	52,00	11,20	66,86
Средній %	11,013	76,66	10,513	51,781	11,00	67,002

ТАБЛИЦА № 3

№№ опытовъ.	Продолжительн. переваривания.	Сырая гречиха. милигр.	Сырая гречиха. %	Вареніе до точки кипѣнія воды: милигр.	Вареніе до точки кипѣнія воды: %	1 часъ варенія. милигр.	1 часъ варенія. %	2 часа варенія. милигр.	2 часа варенія. %	3 часа варенія. милигр.	3 часа варенія. %
1	1 часъ.	23,63	3,27	179,31	24,82	192,57	26,66	212,24	29,38	231,11	32,00
2	2 »	43,33	6,00	185,71	25,71	226,87	31,41	236,36	32,72	257,42	35,63
3	3 »	57,77	8,00	192,59	26,66	233,18	32,28	247,28	34,18	288,88	40,00
		Сумма %	17,27	Сумма %	77,19	Сумма %	90,35	Сумма %	96,28	Сумма %	107,63
4	1 часъ.	37,14	5,14	146,48	20,28	157,57	21,81	162,50	22,50	194,03	26,86
5	2 »	65,00	9,00	173,33	24,00	186,38	25,80	200,00	27,69	219,36	30,37
6	3 »	86,66	12,00	185,05	25,62	189,09	26,18	226,87	31,41	236,36	32,72
		Сумма %	26,14	Сумма %	69,90	Сумма %	73,79	Сумма %	81,60	Сумма %	89,95

ТАБЛИЦА № 5.

Условія варенія. / №№ субъектовъ.	РИСЪ. 1 ч. варенія жидко. милигр.	%	РИСЪ. 2 ч. варенія густо. милигр.	%	РИСЪ. 3 ч. варенія жидко. милигр.	%	ГОРОХЪ. 1 ч. варенія густо. милигр.	%	ГОРОХЪ. 2 ч. варенія жидко. милигр.	%	ГОРОХЪ. 3 ч. варенія жидко. милигр.	%	ГОРОХЪ. 3 ч. варенія густо. милигр.	%	ПШЕНО. 1 ч. варенія жидко. милигр.	%	ПШЕНО. 2 ч. варенія жидко. милигр.	%	ПШЕНО. 3 ч. варенія густо. милигр	%
1. Н. Б—нъ, 32 л.	217,39	25,52	217,39	25,52	277,77	32,60	75,75	13,16	94,45	16,39	113,04	19,64	108,33	18,82	192,30	25,82	227,26	30,50	216,66	29,10
2. В. Г—ій, 26 л.	216,66	25,43	226,09	26,54	288,88	33,91	74,28	12,91	98,11	17,05	115,55	20,08	106,12	18,44	185,71	24,93	226,09	30,36	221,27	29,84
3. Ев. Д—ая, 25 л.	192,59	22,60	252,38	29,62	253,66	29,77	89,65	15,58	96,29	16,73	113,04	19,64	100,80	17,52	200,00	26,85	216,66	29,10	221,27	29,84
4. Н. Б—на, 29 л.	108,33	12,71	155,22	18,22	185,71	21,80	54,17	9,41	74,28	12,91	83,87	14,57	81,25	14,12	104,00	13,96	152,94	20,53	179,27	24,07
5. К. Б—ва, 19 л.	167,74	19,69	196,22	23,03	208,00	24,41	65,00	11,29	76,47	13,29	89,65	15,58	86,66	15,06	136,57	18,33	173,33	23,27	192,59	25,86
6. Ел. Д—ая, 46 л.	170,49	20,01	192,59	22,60	229,09	26,54	69,36	12,05	74,28	13,08	96,29	16,73	94,54	16,43	152,94	20,53	157,57	20,89	208,00	27,92

ТАБЛИЦА № 4.

Вещество.	№№ опытовъ.	Безъ варенія. милигр.	Безъ варенія. %	Вареніе до точки кипѣнія воды. милигр.	Вареніе до точки кипѣнія воды. %	1 ч. варенія. милигр.	1 ч. варенія. %	2 ч. варенія. милигр.	2 ч. варенія. %	3 ч. варенія. милигр.	3 ч. варенія. %
РИСЪ.	1	94,54	11,09	231,11	27,13	241,86	28,39	260,00	30,52	288,88	33,91
	2	86,66	10,17	221,28	25,97	253,66	29,76	273,15	32,06	281,09	33,00
	3	90,43	10,61	226,08	26,54	247,61	29,06	266.66	31,30	281,09	33,00
	Среднее	90,54	10,62	226,18	26,55	247,71	29,07	266,60	31,29	283,69	33,30
	Увелич.			135,64	15,93	21,53	2,52	18,89	2,22	17,09	2,01
ГОРОХЪ.	4	69,33	12,06	130,00	22,77	144,44	25,10	167,64	29,10	168,83	29,34
	5	67,10	11,66	136,57	23,73	152,94	26,58	157,57	27,38	174,44	30,32
	6	66,24	11,51	133,33	23,17	152,94	26,58	167,64	29,10	162,50	28,21
	Среднее	67,56	11,74	133,30	23,22	150,11	26,09	164,28	28,53	168,59	29.29
	Увелич.			65,74	11,48	16,81	2,87	14,17	2,44	4,31	0,76
ПШЕНО	7	94,54	12,70	216,66	29,09	221,28	29,72	236,36	31,73	247,61	33,24
	8	90,43	12,14	208,00	27,93	226,08	30,34	241,86	32,47	250,00	33,57
	9	94,54	12,70	204,08	27.40	234,14	31,44	231,11	31,03	253,66	34,06
	Среднее	93,17	12,51	209,58	28,14	227,17	30,50	236,44	31,74	250,42	33,62
	Увелич.			116,41	15,63	17,59	2,36	9,27	1,24	13,98	1,88
ГРЕЧИХА.	10	86,66	12,00	208,00	28,18	221,27	30,63	250,00	34,61	269,42	37,30
	11	90,43	12,52	210,52	28,53	226,87	31.41	241,39	33,42	273,68	37,89
	12	80,00	11,07	204,72	28,34	218,48	30,25	247,28	34,18	260,00	36,00
	Среднее	85,69	11,86	207,75	28,35	222,21	30,76	246,22	34,07	267,70	37,06
	Увелич.			122,06	16,49	14,46	2,41	24,01	3,31	21,48	2,99